



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE
LIMPIEZA CIP (LIMPIEZA EN SITIO), EN MÁQUINAS LLENADORAS DE
ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA**

Eddyn Vladimir Guzmán Mata

Asesorado por el Ing. Jorge Mario García Chinchilla

Guatemala, agosto de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE
LIMPIEZA CIP (LIMPIEZA EN SITIO), EN MÁQUINAS LLENADORAS DE
ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDDYN VLADIMIR GUZMÁN MATA

ASESORADO POR EL ING. JORGE MARIO GARCÍA CHICHILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA CIP (LIMPIEZA EN SITIO), EN MÁQUINAS LLENADORAS DE ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 3 de marzo de 2010.



Eddyn Vladimír Guzmán Mata

Guatemala, 13 de septiembre 2012

Ingeniero:

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Guatemala

Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante: Eddyn Vladimir Guzmán Mata, con carnet: 1997-12528 , de la carrera de Ingeniería Industrial, cuyo título es:

ANALISIS E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA CIP(LIMPIEZA EN SITIO) EN MAQUINAS LLENADORAS DE ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA.

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito tramite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted



Ing. Jorge Mario García Chinchilla

Jorge Mario García Chinchilla ...
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 8566

No. Colegiado: 8,566

Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

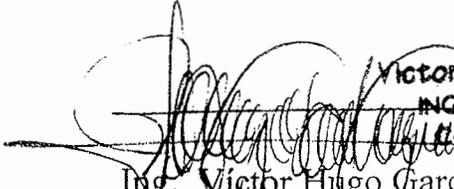


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.262.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA CIP (LIMPIEZA EN SITIO) EN MAQUINAS LLENADORAS DE ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA**, presentado por el estudiante universitario **Eddyn Vladimir Guzmán Mata**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Víctor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.211.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA CIP (LIMPIEZA EN SITIO) EN MAQUINAS LLENADORAS DE ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA**, presentado por el estudiante universitario **Eddyn Vladimir Guzmán Mata**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquízú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



Ref. DTG.561.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA CIP (LIMPIEZA EN SITIO), EN MÁQUINAS LLENADORAS DE ENVASE PARA UNA INDUSTRIA LICORERA**, presentado por el estudiante universitario: **Eddyn Vladimir Guzmán Mata**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, agosto de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la fortaleza e inteligencia para luchar cada día.
Mis padres	Víctor Guzmán y Alejandra de Guzmán, por su esfuerzo, amor y guiarme por el buen camino.
Mis hijas	Alejandra y Gabriela, por ser la razón de mi esfuerzo y lucha constante en la vida.
Mi esposa	Leslie de Guzmán, por su apoyo incondicional.
Mi hermano	Wilfredo Guzmán, que este triunfo sea un ejemplo para él.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme los conocimientos necesarios para ser un profesional y ayudar al crecimiento del país.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Industria Licorera Euzkadi	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Organización	4
1.1.3.1. Organigrama	5
1.1.4. Visión.....	6
1.1.5. Misión	6
1.1.6. Estructura corporativa	7
1.1.7. Área de manufactura	8
1.1.8. Productos	10
1.1.8.1. Rones	12
1.1.8.2. Aguardientes	13
1.1.8.3. Bebidas carbonatadas.....	13
1.1.9. Sistema de gestión de calidad.....	13
1.2. Llenadoras de envase	13
1.2.1. Tipos.....	14
1.2.2. Funcionamiento	15

1.3.	Limpieza y sanitización	16
1.3.1.	Limpieza.....	17
1.3.2.	Sanitización.....	19
1.4.	Limpieza CIP.....	19
1.4.1.	Qué es la limpieza CIP	20
1.4.2.	Tipos de limpieza CIP	20
1.4.3.	Factores para un adecuado proceso CIP.....	21
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	27
2.1.	Análisis de la sanitización actual.....	27
2.1.1.	Diagrama de operaciones y diagrama de flujo	30
2.1.2.	Sanitización en área de tuberías.....	31
2.1.3.	Sanitización en válvulas llenadoras	32
2.1.4.	Sanitización en tanques de llenadoras.....	33
2.1.5.	Sanitización en filtros de licor.....	37
2.2.	Productos químicos utilizados.....	37
2.2.1.	Alcalinos.....	38
2.2.2.	Ácidos	39
2.2.3.	Sanitizantes.....	40
2.2.4.	Fenolftaleína	41
2.3.	Costos actuales.....	42
2.3.1.	Costos de químicos.....	42
2.3.2.	Costos de mano de obra	43
3.	PROPUESTA PARA LIMPIEZA CIP	45
3.1.	Pruebas con diferentes productos.....	45
3.1.1.	Alcalina	45
3.1.2.	Alcalina – ácida.....	47
3.1.3.	Alcalina – ácida – vapor	49

3.1.4.	Alcalina – ácida – sanitizante	51
3.1.5.	Alcalina – ácida – sanitizante – agua caliente	53
3.1.6.	Alcalina – ácida – sanitizante – vapor	56
3.2.	Recopilación de información y datos	63
3.2.1.	Análisis gráfico	64
3.2.2.	Análisis de costos de alternativas de sanitización.....	65
3.2.3.	Costo de mano de obra.	67
3.2.4.	Costo de análisis de laboratorio.	68
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	71
4.1.	Propuesta de la alternativa más rentable	71
4.1.1.	Procedimiento sanitización en cada máquina llenadora.....	71
4.1.2.	Frecuencia.....	82
4.1.3.	Registros	82
4.2.	Seguridad industrial.....	82
4.2.1.	Manipulación de productos químicos	83
4.2.2.	Hojas de seguridad de cada producto químico ..	83
	4.2.2.1. Alcalinos.....	84
	4.2.2.2. Ácidos.....	85
	4.2.2.3. Sanitizantes.....	86
4.3.	Análisis de los riesgos	87
4.3.1.	Químicos	87
4.3.2.	Biológicos	90
4.3.3.	Físicos	90
4.4.	Equipos de protección personal	90
4.4.1.	Mascarillas para vapores.....	91
4.4.2.	Guantes para químicos	91

4.4.3.	Trajes para PVC.....	92
4.4.4.	Lentes plásticos de seguridad.....	93
4.4.5.	Arnés de seguridad	93
4.4.6.	Botas de hule	95
4.5.	Costos de equipos de seguridad.....	95
4.6.	Descarga de aguas de proceso	96
4.6.1.	Planta de tratamiento de agua	96
4.6.2.	Análisis de agua utilizada en el proceso	97
4.7.	Capacitación	98
4.7.1.	Procedimiento de limpieza CIP	99
4.7.2.	Forma de diluir los productos.....	99
4.7.3.	Cuidados al manipular los productos	100
5.	SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	103
5.1.	Evaluaciones.....	103
5.1.1.	Físicas.....	103
5.1.2.	Químicas.....	103
5.2.	Resultados	106
5.3.	Estadística.....	106
5.4.	Auditorías.....	107
5.4.1.	Internas	108
5.4.2.	Externas.....	109
5.5	Relación Beneficio / Costo	109
5.6.	Ventajas competitivas	110
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de industrias licoreras en Guatemala	5
2.	Proceso de producción de bebidas alcohólicas en una embotelladora	10
3.	Proceso de lavado, diagrama de Sinner	21
4.	Diagrama de operaciones y diagrama de flujo	31
5.	Llenadora de licor núm. 1	35
6.	Sistemas de limpieza CIP para tanques.....	37
7.	Volumen de ácido o base añadido de la fenolftaleína	41
8.	Gráfica de costos de las alternativas.....	64
9.	Limpieza de la máquina y utensilios.....	74
10.	Limpieza en el área de envasado	75
11.	Limpieza en el área de llenadora y conductos	76
12.	Cambio de posición de las válvulas de aire	77
13.	Cambio de posición de las válvulas de aire	78
14.	Puesta en marcha del equipo	79
15.	Restauración de las válvulas de aire	79
16.	Drenado de agua del sistema	80
17.	Inicio del llenado	81
18.	Lentes de seguridad modelo Antiparra 2890.....	93
19.	<i>Product Code Grid</i>	94
20.	Selección de arnés industrial	94
21.	Control para alcalino	107

TABLAS

I.	Bebidas alcohólicas fabricadas a partir de productos agrícolas	12
II.	Lista de principales empresas proveedoras de llenadoras de licor..	34
III.	Lista de principales empresas proveedoras de productos químicos	38
IV.	Grados de acidez y grados de alcalinidad	39
V.	Lista de productos sanitizantes de la empresa Diversey	40
VI.	Costos químicos	43
VII.	Costos de sanitización actual	43
VIII.	Costos de sanitización	65
IX.	Costos de mano de obra operador de llenadora.....	67
X.	Costos de mano de obra analista laboratorio	68
XI.	Encabezado del procedimiento	71
XII.	Registro de modificaciones al procedimiento.....	82
XIII.	Alcalinos	84
XIV.	Ácidos.....	85
XV.	Sanitizantes	86
XVI.	Efectos de exposición con ácidos.....	88
XVII.	Efectos exposición con alcalinos	89
XVIII.	Costos de equipo de seguridad	95
XIX.	Pasos para determinar condiciones del residuo químico.....	97
XX.	Programa de capacitación	98
XXI.	Muestreo concentraciones detergente alcalino	105
XXII.	Control de auditoría interna	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CIP	<i>Cleaning in place</i>
STD	Estándar
HDS	Hoja de datos de seguridad
H3O	Ion hidronio
LOG	Logaritmo
PH	Potencial de hidrógeno
UFC	Unidades formadoras de colonias

GLOSARIO

Ácido	Cualquier compuesto químico que disuelto en agua, da una solución con un pH menor de 7.
Ácido clorhídrico	Solución acuosa de cloruro de hidrógeno en una concentración al 30 %.
Alcalinos	Significa que el líquido tiene poca acidez. En este caso el pH es mayor a 6.5.
Alcoholimetría	Sistema de unidades aplicado a los diferentes tipos y cantidades de bebidas alcohólicas, que se centra en la fuerza del contenido de alcohol en cada una de ellas.
Anhidro	Cuerpos en cuya composición no entra el agua, o que han perdido la que tenían.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
Autoclave	Dispositivo para esterilizar equipo, sometiéndolas al vapor de alta presión de 121° o superior.
Azul de Bromo timol	Se utilizan para valorar soluciones en las que hay una sustancia ácida o básica en cantidad desconocida.
Biopelículas	Acumulación de bacterias.

Bureta	Son tubos cortos, graduados, de diámetro interno uniforme, provistas de un grifo de cierre o llave de paso en su parte inferior llamado robinete.
Caja petri	Se utiliza en microbiología básicamente para el desarrollo de microorganismos en un medio de cultivo determinado.
Calorífica	Energía que se transfiere de un cuerpo a otro debido a su diferencia de temperaturas.
Carcinogenicidad	Capacidad de una sustancia para producir cáncer.
Centrifugación	Método por el cual se pueden separar sólidos de líquidos de diferente densidad mediante una centrifugadora, la cual imprime a la mezcla un movimiento rotatorio con una fuerza mayor que la de la gravedad, provocando la sedimentación de los sólidos o de las partículas de mayor densidad.
Destilación	Operación de separar, comúnmente mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla, aprovechando las diferencias de volatilidades de los compuestos a separar.
Ebullición	Proceso físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso.

Erlenmeyer	Frasco transparente de forma cónica con una abertura en el extremo angosto, generalmente prolongado con un cuello cilíndrico
Esterilización	Proceso que mata toda forma de vida microbiana, bacteriana y de esporas
Fermentación	Proceso por medio del cual las sustancias orgánicas se degradan por acción de diferentes microorganismos.
Fisicoquímicas	Rama de la química que estudia la materia empleando conceptos físicos.
Iones	Partículas que se forman cuando un átomo neutro o un grupo de átomos ganan o pierden uno o más electrones.
Marketing	Conjunto de técnicas utilizadas para la comercialización y distribución de un producto entre los diferentes consumidores.
Melaza	Producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar, obtenido del residuo restante en la extracción de los azúcares.
Microorganismos	Seres vivos de dimensiones mínimas, que no permiten que sean vistos sin ayuda de lentes de aumento.

Mutagenicidad	Capacidad de una sustancia para cambiar la información genética (usualmente ADN), de un organismo.
Neurotoxicidad	Capacidad de algunas sustancias de causar daño en el sistema nervioso.
Número Reynolds	Número dimensional utilizado en mecánica de fluidos para caracterizar el movimiento de un fluido.
Patógenos	Aquella entidad biológica capaz de producir enfermedad o daño en la biología de un huésped, causando manifestaciones clínicas (enfermedades) estos agentes se pueden dividir en: bacterias, virus, hongos y parásitos.
Saponificación	Reacción química entre lípido saponificable (o un ácido graso) y una base o álcali, en la que se obtiene como principal producto la sal de dicho ácido y la base.
Shigella	Género de bacterias con forma de bacilo Gram negativa, no móvil, no formadora de esporas e incapaces de fermentar la lactosa, pueden ocasionar diarrea en los seres humanos.
Tenso activos	Sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases.

Teratogenicidad

Capacidad de una sustancia para causar daño y, en un sentido estricto, malformaciones en el feto durante cualquiera de sus etapas de desarrollo.

RESUMEN

El primer capítulo incluye los antecedentes de la industria licorera en Guatemala, además se hace un esbozo del origen, historia, organización a nivel empresarial, a partir del siglo XIV; así como la definición de las llenadoras de envase, limpieza y sanitización y limpieza CIP.

El segundo capítulo se hace un importante esbozo de la importancia del diagnóstico de la situación actual; además se hace una descripción de los diferentes problemas y oportunidades de la situación actual de la industria licorera, productos químicos utilizados en la limpieza CIP, así como una explicación de los alcalinos, ácidos, sanitizantes, fenolftaleína.

El tercer capítulo se hace un énfasis de las diferentes propuestas para la limpieza CIP, incluyendo un análisis de diferentes combinaciones de productos químicos, tales como alcalina, alcalina-ácida, alcalina-ácida-vapor, alcalina-ácida-sanitizante, alcalina-sanitizante-agua caliente, alcalina-ácida-sanitizante-vapor.

En el cuarto capítulo incluye la implementación de la propuesta, basado en los temas de seguridad industrial, análisis de riesgos, equipos de protección personal.

El quinto capítulo se enmarca el seguimiento y evaluación de la propuesta, resultados estadísticos, auditorías, relación beneficio-costos así como ventajas competitivas.

En el resumen anteriormente expuesto, se le ha dado una atención al seguimiento y evaluación de la propuesta, todo ello en el marco de estándares aceptados a nivel internacional, lo que permitirá incentivar la producción licorera a nivel nacional y por ende, un mejoramiento de la rentabilidad de las empresas.

Es de suma importancia mencionar que el estudio no abarca todo el universo de empresas licoreras de Guatemala, pero se ha hecho énfasis en los aspectos de limpieza CIP que actualmente se pueden implementar en la industria licorera.

OBJETIVOS

General

Analizar e implementar sistemas y procedimientos de limpieza CIP en máquinas llenadoras de envase

Específicos

1. Generar varias alternativas de limpieza en las llenadoras.
2. Evaluar costos y efectividad de las alternativas presentadas de limpieza.
3. Realizar análisis de rentabilidad vs calidad para definir la mejor alternativa de sanitización.
4. Optimizar recursos y tiempos para realizar la limpieza.
5. Generar un procedimiento documentado de limpieza en llenadoras.
6. Identificar los puntos críticos que pueda tener el personal en la tarea de limpieza.
7. Definir equipo de protección necesaria.
8. Orientar por medio de la capacitación al personal que realizara la tarea.

9. Evaluación del cumplimiento del método de limpieza realizado por el personal.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en las empresas dedicadas a la fabricación de alimentos es importante tener definidos programas de limpieza que garanticen la calidad e higiene con que se fabrican los productos, para lograr esto es necesario tener una estructura bien definida que contemple un plan de limpieza, frecuencia, los agentes físicos y químicos, responsables, registro y supervisión.

Un requisito básico en la fabricación de alimentos de alta calidad, es que la planta de proceso este cuidadosamente limpia. Partes de la planta como tuberías, tanques, llenadoras, deben ser limpiadas inmediatamente después de terminar el ciclo de producción, para que en la próxima marcha, esté limpio y libre de gérmenes patógenos.

CIP significa limpieza en sitio (*Cleaning in place*), es decir sin desmontar el equipo de producción, resulta ser de gran ventaja para optimizar recursos.

Desde el punto de vista industrial, uno de los objetivos primordiales en las fábricas de producción, es diseñar sistemas de limpieza trabajando con el máximo rendimiento de cada uno de sus componentes para así minimizar costos tanto operacionales como de ineficiencia.

El siguiente estudio se enfoca en analizar los sistemas y procedimientos de limpieza CIP en llenadoras de envase, e implementar el más eficiente tomando en cuenta la relación costo vrs calidad.

En consecuencia se realizarán pruebas con diversas alternativas de lavado químicos y tiempos de contacto como: alcalina, alcalina-ácida, alcalina-ácida-vapor, alcalina-ácida-sanitizante, alcalina-ácida-sanitizante-agua caliente y alcalina-ácida-sanitizante-vapor.

Debido a que en estas limpiezas se trabajan con productos químicos, también se realiza un análisis de riesgos, y el equipo de protección personal a utilizar, para posteriormente capacitar al personal sobre los cuidados que deben tener al manipular los productos.

Finalmente se desarrolla un capítulo para el seguimiento y evaluación de la alternativa implementada, para asegurar que se está cumpliendo con los procedimientos establecidos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Industria Licorera Euzkadi

Es una empresa perteneciente al grupo Industrias Licoreras de Guatemala, se encuentra ubicada en el kilómetro 136,5 carretera al Pacífico, aldea Nahualate, Chicacao Suchitepéquez, su función principal es el envasado de bebidas alcohólicas.

1.1.1. Ubicación

Según la página *web* de “Industrias de Licoreras de Guatemala,”¹ indica que en Guatemala a principios del siglo cuando familias pioneras dan inicio a lo que hoy son las Industrias Licoreras, con una Destiladora de Alcoholes y Ronas, una Distribuidora de Licores y cuatro plantas embotelladoras estratégicamente situadas Industria Licorera de Guatemala, S.A., en ciudad de Guatemala; Industria Licorera Euzkadi, S.A., en Nahualate (Costa del Pacífico); Industria Licorera Quetzalteca, S.A., en Quetzaltenango (occidente) y Licorera Zacapaneca, S.A., en Zacapa (al oriente del país).

Estas empresas, en un prometedor proceso de integración vertical, se unirían para fundar lo que hoy es la Asociación de Nacional de Fabricantes de Alcoholes y Licores de Guatemala (ANFAL), donde exitosos empresarios han logrado dar forma a una industria líder en Guatemala y Centroamérica,

¹ Industrias Licoreras de Guatemala. www.ronesdeguatemala.com. Consultado 10 de febrero 2012.

conformada hoy por modernas planta de destilación, fermentación y añejamiento, en las que reposan millones de litros añejos y rones livianos y pesados, los que, sometidos a los más rigurosos controles por parte de expertos catadores y gurús de licores, dan origen a productos de calidad excepcional, que compiten exitosamente, tanto en la categoría “popular”. En cada planta de embotellado se cuenta con supervisión fiscal, por medio de la cual se emiten certificados de añejamiento, los cuales garantizan la calidad de rones y los licores producidos.

La elaboración de rones y licores en Guatemala es una herencia de tradición que se mantiene y enriquece año tras año, con avances tecnológicos de vanguardia. Por tal motivo, en cada una de sus procesos de fabricación, destilación y envasado se dispone hoy en día de los equipos más avanzados en su género. Vale recordar que, dentro de su proceso productivo, el Grupo Licorero posee una Destiladoras de Alcoholes y Rones en Guatemala, otra en Honduras y una planta embotelladora en El Salvador, para cumplir así con los más precisos estándares de fermentación, destilación, añejamiento, embotellado, distribución y ventas, empleando para ello, la más moderna tecnología.

1.1.2. Historia

Según la página *web* de “Industrias de Licoreras de Guatemala”², expresa que dos mil años atrás, en el apogeo de las civilizaciones prehispánicas, mayas y aztecas preparaban licores y aguardientes de maíz y frutas silvestres para venerar a sus deidades, y celebrar así ritos que habrían de cimentar las bases

² Industrias Licoreras de Guatemala. www.ronesdeguatemala.com. Consulta: 10 de febrero 2012.

de esas culturas milenarias que, con sus conocimientos de astronomía, matemáticas, orfebrería y urbanismo, hoy asombran al mundo.

Siglo XIV

El 12 de octubre de 1492, tres carabelas: La Santa María, La Niña y La Pinta, arriban por equivocación al que posteriormente se le llamaría el Nuevo Mundo, y que Colón supuso eran las costas de Cipango, el espléndido país reseñado por Marco Polo.

Con este descubrimiento llegaría a América el “Tallo Azucarado” o “Canna de Zuchero”, cultivada en Sicilia y en las Islas Canarias, y que habría de prosperar de tal forma, que pronto florecerían enormes plantaciones de caña en todo el Caribe e inclusive en el continente americano, siguiendo el paso de las huestes conquistadoras.

Fue así como está gramínea procedente de Nueva Guinea, se realizó un largo recorrido hacia occidente, a través de China, India y Egipto entre otros países; llegando al otro lado del mundo, en donde, gracias a su esmerado cultivo, dio paso a una industria que con el tiempo habría de ser próspero negocio entre América y Europa: la industria del ron, precursora de las grandes industrias licoreras de la cuenca del Caribe.

Siglo XV y Siglo XVIII

Según Christopher Lutz, en su obra “Santiago de Guatemala: historia social y económica, 1541-1773”³, expresa saber que bebida alcohólica consumía habitualmente una persona, era una buena forma de identificar el estatus económico y socio racial en la Guatemala española, lo mismo que saber si está persona comía pan o tortillas regularmente.

³ LUTZ. Christopher. Santiago de Guatemala, Historia Social y Económica 1541-1773. p. 230.

La mayoría de los españoles bebían vino y otros licores importados de España, y a finales del siglo XVI, de Perú. La mayoría de los indígenas y las castas consumían bebidas locales baratas, destiladas de maíz y azúcar.

Naturalmente, esta regla general simple estaba muy lejos de ser infalible. A pesar de las leyes españolas que prohibían vender vino a los indígenas, restringiendo las licencias para las pulperías (tiendas pequeñas con permiso legal para vender vino) y las tabernas, y que no toleraban los establecimientos de bebidas en los barrios, se vendía vino regularmente a los indígenas en toda la ciudad y su comarca, ya sea por los taberneros directamente o a través de los comerciantes indígenas a quienes abastecían.

Es evidente que quienes disfrutaban de los beneficios debilitaban el esfuerzo que se hacía para proteger a los indígenas de la influencia corruptora del alcohol.

Además, el altruismo español parece haber crecido y decrecido con el ciclo económico y las preocupaciones por el orden público. En los años en que se descubría que hacían falta los ingresos percibidos por las licencias, o cuando la ciudad estaba relativamente en calma, más de una docena de individuos (incluyendo algunos mulatos libre y mestizos, a finales del siglo XVII y principios del XVIII) recibieron autorización para abrir pulperías y tabernas en los barrios.

1.1.3. Organización

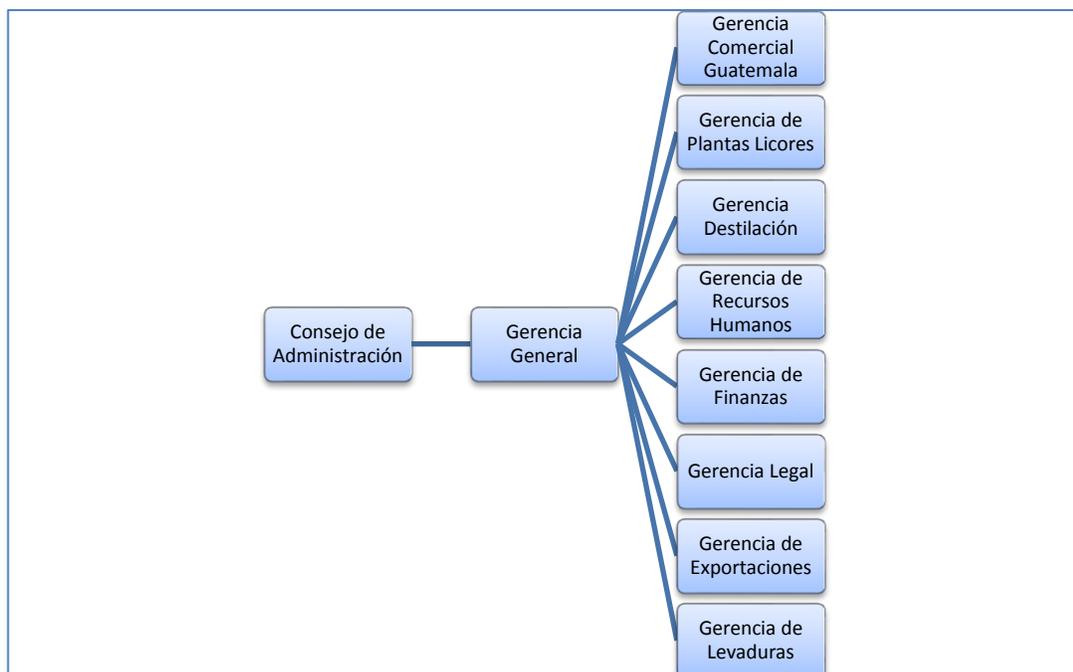
La administración de una industria licorera puede estar integrado por: Asamblea General, Junta Directiva, Gerencia General, Gerencia de Producción, Gerencia de Finanzas y Gerencia de Comercialización.

La Junta Directiva es responsable de la marcha de la empresa licorera y puede delegar la gestión económica en un administrador o gerente general; a continuación se muestra un posible organigrama de una industria licorera, a efecto de contar con una visualización del nivel de las funciones administrativas.

1.1.3.1 Organigrama

El organigrama de Industrias Licoreras de Guatemala ha sido establecido con los diferentes puestos claves para que la empresa pueda hacer rentables sus operaciones.

Figura 1. **Organigrama de industrias licoreras en Guatemala**



Fuente: Ronés de Guatemala. www.ronesdeguatemala.com. Consulta: 10 de febrero 2012.

1.1.4. Visión

La visión representa la imagen precisa que la entidad tiene de sí misma en un futuro planificado o estimado, también puede interpretarse como la descripción en el presente del futuro de la organización, habitualmente reflexiona las siguientes características: considera las diversas necesidades de los accionistas a largo plazo, fija un reto a alcanzar, es breve y clara, explica los retos para los colaboradores o empleados de una entidad.

Para la construcción de una visión de la industria licorera, es necesario responder a una serie de cuestionamientos entre las cuales mencionan: ¿Cómo quieren ser en el futuro? ¿Cuál es su compromiso?

¿Cuáles son sus valores? ¿Cuáles son sus competencias? ¿Hacia dónde cambiar?

En tal sentido, se propone la siguiente visión como ejemplo práctico: “Seremos la mejor Industria Licorera en el área centroamericana y se extenderá a la región del Caribe para que nuestros productos esté al alcance de nuestros clientes, brindando productos y servicio personalizado sin perder el sentido humano”.

1.1.5. Misión

Es un elemento primordial de la visión y del proceso de planeación estratégica que requiere su declaración por escrito, comprendiendo que es una declaración formal por escrito, sobre la razón de ser y el deber de ser de la organización. La misión constituye la razón de ser de la organización, en tal sentido, la industria licorera ha delimitado su campo de acción definido en los

fines de su creación. La misión se convierte en un marco disciplinario y debe responder a los siguientes cuestionamientos: ¿Cuál es el negocio? ¿Por qué existen? ¿Qué es lo que distingue a su industria licorera? ¿Quiénes son sus principales clientes?

En tal sentido, la misión que se propuso incluye el siguiente enunciado “Somos una Industria Licorera que atendemos y brindamos productos con calidad, los 365 días del año, comprometidos en el servicio al cliente”.

1.1.6. Estructura corporativa

Consejo de Administración

Está integrado por el presidente, secretario, tesorero y vocales, los directivos se encuentran totalmente comprometidos y son lo suficientemente responsables para tomar decisiones estratégicas que conduzcan a la empresa al umbral del éxito.

Gerencia General

Tiene a su cargo la ejecución de todas las políticas y planes estratégicos de la entidad y asimismo es responsable ante la Junta Directiva del funcionamiento de la entidad, la administración de los recursos económicos y humanos de la empresa con el fin de incrementar y mejorar la posición rentabilidad de los socios.

Departamento de Finanzas

En el Departamento de Finanzas se rige sobre la base de las políticas contables basadas en principios de contabilidad generalmente aceptados, entre

sus principales funciones y actividades tienen la elaboración de pólizas contables, la elaboración de estados financieros, cálculo de impuestos, arqueos de caja, inventario, control de cuentas bancarias, etc.

Departamento de Producción

Es la responsable de coordinar y ejecutar los planes de producción conforme a estrategias dictadas por el área de comercialización, asimismo es el responsable del recurso humano operativo, así como la elaboración de los reportes diarios de producción, control de insumos para elaboración de los productos industriales, elaboración de controles de eficiencias y evaluación de proyectos de inversión.

Gerente comercialización

Tienen como principal responsabilidad la comercialización de productos, elaboración del plan de *marketing* y publicidad, control de la logística, control de cuentas por cobrar a clientes, asimismo la ejecución de las estrategias y objetivos de la Gerencia General.

1.1.7. Área de manufactura

A. El proceso de manufactura destilería

El proceso se inicia en el campo, siembra y manejo de plantaciones de caña de azúcar, posteriormente se obtienen las mieles, con dichas mieles de inicia el proceso de fermentación que incluye una serie de columnas fraccionadas que cuentan con los debidos controles de calidad. Una vez finalizada el proceso de fermentación, se inicia el proceso de destilación, donde

se obtienen los diversos tipos de productos, dependiendo de la capacidad instalada de la fábrica y las necesidades de los clientes. El proceso de añejamiento es elaborado por medio de barricas de roble o maderas finas, cuidadosamente seleccionadas para obtener la mejor calidad de rones añejados.

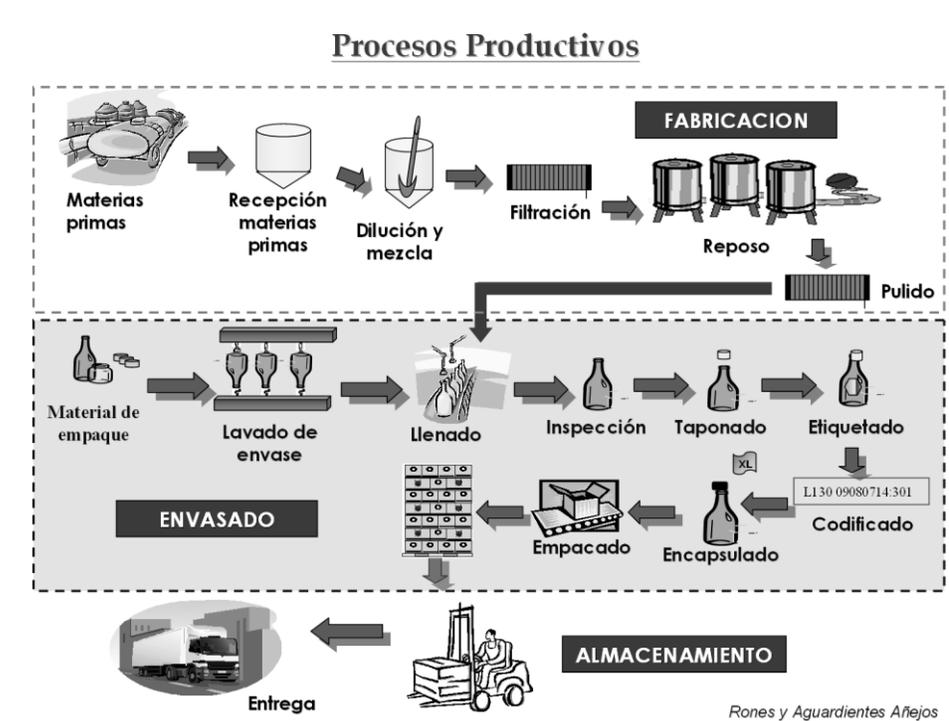
B. El proceso de producción de bebidas alcohólicas en la embotelladora

El proceso general de producción de bebidas alcohólicas (rones y agua ardiente) en una embotelladora comprende:

- a. “La fabricación de la bebida: todas las actividades de formulación de los productos, dilución de las materias primas, mezclas y filtración del producto previo al envasado. Para las bebidas *Ready to Drink*⁴ la fabricación comprende en la parte inicial la preparación del jarabe y en la parte final el enfriamiento del producto.
- b. “El envasado de productos: comprende las actividades de preparación del envase, llenado, taponado y etiquetado del producto para su entrega a bodega”⁴ Para las bebidas el envasado comprende además la etapa de carbonatación del producto.

⁴ Ready to Drink : bebidas premezcladas.

Figura 2. **Proceso de producción de bebidas alcohólicas en una embotelladora**



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala S.A.

1.1.8. Productos

“La variedad de productos que se puede producir dependerá de las siguientes calidades de materias primas”⁵

A. Materias primas

a. Alcohol de primera calidad (neutro)

⁵ DOBISLAW, Ernst. Formulario de Licorería. p. 6.

Con aproximadamente 96 % en volumen, generalmente se fabrica con melaza. El alcohol de primera calidad es claro como el agua y tiene un elevado grado de pureza, de modo que se puede emplear muy bien para la fabricación de bebidas alcohólicas simples y para muchos licores. Es la clase de alcohol más empleada en la actualidad para la fabricación de bebidas espirituosas.

b. Alcohol filtrado extra fino (ren)

Es un alcohol de primera calidad que, después de su filtraje sobre carbón activo (generalmente carbón de tilo o haya), se ha destilado nuevamente para eliminar con ello el aldehído que se ha formado en el tratamiento con carbón, ofreciendo así su mayor grado de pureza con respecto a olor y sabor. Especialmente diseñados para industrias tales como perfumerías, cosmética, farmacéutica u otra donde se requiera un alcohol de alta pureza.

c. Alcohol absoluto

Es un producto casi anhidro, obtenido por un procedimiento especial y con materias deshidratantes. En la práctica no tiene ninguna importancia para el especialista en bebidas alcohólicas. Para el destilador práctico, lo más importante que debe saber esta materia, aparte de las propiedades generales del alcohol, es la Alcohología. Sin embargo, todas las posibilidades de tipo de alcohol son muy variadas dependiendo de los cálculos alcohólicos.

Tabla I. **Bebidas alcohólicas fabricadas a partir de productos agrícolas**

Bebida	Generalmente fermentada, destilada, añejada; contenido aproximado de alcohol	Generalmente hecha de
Ale	Malta fermentada; 6 por ciento de alcohol o más;	Cebada
Borbón	<i>Whisky</i> destilado de un puré de granos que tiene por lo menos 51 por ciento de maíz; añejado dos años; de 40 a 54 por ciento de alcohol.	Maíz más otros granos
Brandy	Vino destilado; puré de frutas fermentadas; añejado; algunas clases sin añeja de 4 a 6 años; 42% de alcohol.	Uvas, otras fuentes, identificándose como de: manzana fresca, frambuesa, cereza, cereza negra, ciruela.
Cerveza	Fermentada de malta y cebada; fermentación baja; 4% de alcohol.	Cebada
Gin	Destilado de varios granos; generalmente no añejado; de 40% a 57 de alcohol	Centeno, maíz, cebada
Ron	Jugo de caña de azúcar o melaza fermentada y destilada; añejado tres años; 42% de alcohol.	Caña de azúcar
Rye	<i>Whisky</i> destilado de un puré de granos en el cual por lo menos 51% de centeno; de 40% a 55% de alcohol.	Centeno y otros granos
Sake	Cerveza; fermentada de 10% a 16% de alcohol	Arroz
Vino	Jugo de frutas fermentado; de 10% a 15% de alcohol.	Uvas y otras frutas
Vodka	Destilado de granos o papas; no añejado filtrado en carbón; 45% de alcohol	Centeno, Papas.
Whisky	Destilado de puré de granos; por lo menos 2 años de añejado; de 40% a 55% por ciento de alcohol	Granos Millet (china)

Fuente: HALL, Carl. W. Equipo para procesamiento de Productos Agrícolas, IICA. p. 183.

1.1.8.1. Ronés

Familias de ronés extraídos de la fermentación de mieles vírgenes de azúcar, finamente destilados y añejados por más de un año en barricas de madera de roble blanco.

1.1.8.2. Aguardientes

Bebidas de consumo popular con grados que oscilan entre los 30 y 40 GL.

1.1.8.3. Bebidas carbonatadas

Preparados a partir de una base alcohólica e ingredientes para darle un sabor característico (sabores especiales y gas carbónico, concentrados naturales de frutas)

1.1.9. Sistema de gestión de calidad

Un sistema de gestión de la calidad es una estructura operacional de trabajo, bien documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad.

1.2. Llenadoras de envase

Las máquinas llenadoras de envase son diseñadas para poder introducir líquido u otro material dentro de recipientes que pueden ser de vidrio, plástico o papel

1.2.1. Tipos

Envasado de baja capacidad

Incluye maquinaria para envasado de operación semiautomática, equipos prácticos, económicos y confiables, basados en la misma tecnología de equipos mayores.

Envasado lineal

Pueden incluir equipos para envasado en formato lineal, estos equipos están enfocados para lograr velocidades de producción moderadas, son sumamente prácticos, ya que no requieren de piezas o accesorios para realizar cambios y envasar diferentes tamaños de envase, operan de forma automática y están optimizados ergonómicamente para lograr un proceso eficiente y confiable.

Envasado rotativo

Los equipos de envasado rotativo, están enfocados para envasar grandes lotes de producciones, a altas velocidades de producción, estos equipos son muy eficientes, ya que por su arquitectura optimizan el proceso de envasado, y se pueden conjugar en el mismo equipo con sistemas de tapado, logrando equipos compactos y muy eficientes.

1.2.2. Funcionamiento

A. Envasado de baja capacidad

Este tipo de maquinaria o equipos para envasado pueden ser de operación semiautomática, son prácticos, económicos y confiables, ya que están basados en la misma tecnología de equipos mayores, pero integrados de tal forma que reducen el costo del equipo de envasado, optimizando el proceso para envasar pequeños lotes de producción en forma eficiente y rápida. Existen varias tecnologías, cada una desarrollada para el manejo de cierto tipo de productos y sus respectivos envases. Estos equipos se pueden combinar con sistemas semiautomáticos de tapado y/o etiquetado, transportadores y accesorios especiales, para formar pequeñas líneas de producción balanceada y eficiente.

B. Envasado lineal

Los equipos para envasado en formato lineal, están orientados para lograr velocidades de producción moderadas, son prácticos porque no requieren de piezas o accesorios para realizar cambios y envasar el producto o productos en diferentes tamaños de envase, operan de forma automática y están optimizados ergonómicamente para lograr un proceso eficiente y confiable. Existen varias tecnologías para el envasado de productos de acuerdo a su naturaleza y características particulares dependiendo de:

- a. De acuerdo a las características del producto: pueden emplearse para el envasado de productos líquidos de baja viscosidad, envasado de productos líquidos de alta viscosidad o pastas, envasado de productos sólidos, polvos o granulados.

- b. De acuerdo con el proceso buscado: pueden utilizarse para envasado por nivel, envasado por volumen o envasado por peso.

Cada tipo de tecnología de envasado busca la optimización del proceso, tomando en cuenta la presentación requerida y el comportamiento del producto al momento de envasar, logrando así optimizar el rendimiento del equipo de envasado, estos equipos abarcan incluyen diferentes números de boquillas de envasado, dependiendo de la capacidad de producción requerida, además toma en cuenta el nivel de seguridad buscado. Las envasadoras con formato lineal son muy prácticas, puesto que no requieren accesorios para el cambio de envase o presentación, pero están limitadas por los tiempos muertos que se generan en ciclo del cambio de envases.

C. Envasado rotativo

Los equipos de envasado rotativo, están diseñados para envasar grandes lotes de producción, y pueden alcanzar altas velocidades de producción dependiendo del número de boquillas de envasado del equipo.

1.3. Limpieza y sanitización

Como expresa Fanny Albarracín en su obra “Manual de buenas prácticas de manufactura para microempresas lácteas”⁶, la limpieza y desinfección son dos aspectos de vital importancia en la empresa, por considerarse cruciales para el aseguramiento de la calidad sanitaria de los productos alimenticios.

⁶ ALBARRACÍN CONTRERAS, Fanny. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para las Microempresas lácteas. p. 61.

Los procedimientos a seguir durante la limpieza y la desinfección deben garantizar la eliminación de los microorganismos patógenos y no patógenos de las superficies, que entren en contactos con los alimentos, como los del ambiente que rodean la preparación y el servicio de bebidas, de tal manera que se eviten problemas de contaminación.

1.3.1. Limpieza

Como indica el Laboratorio Tecnológico, de la Universidad Tecnología Lyngby en su libro “Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros”⁷ la limpieza se lleva a cabo para eliminar todos los materiales indeseables (restos de alimentos, microorganismos, costras, grasa, etc.) de las superficies de la planta y del equipo de elaboración, dejando las superficies limpias - a la vista y al tacto – y sin residuos de los agentes de limpieza.

En general, la eficacia de un procedimiento de limpieza depende de:

- El tipo y la cantidad de material a eliminar.
- Las propiedades físicas y fisicoquímicas del producto de limpieza (como la fuerza del ácido o del álcali, la actividad superficial, etc.) la concentración, temperatura y tiempo de exposición utilizados.
- La energía mecánica aplicada, por ejemplo la turbulencia de las soluciones de limpieza en las tuberías, el efecto de la agitación, el impacto del chorro de agua, el restregar, etc.
- La condición de la superficie que se va a limpiar.

⁷ Laboratorio Tecnológico, de la Universidad Tecnología Lyngby. Aseguramiento de la Calidad de los Productos Pesqueros. p. 131.

Algunas superficies, por ejemplo las superficies corroídas de aluminio y acero, simplemente no se pueden limpiar, esto significa que la desinfección resulta también ineficaz. Lo mismo se aplica a otras superficies, por ejemplo: madera, goma, caucho, etc. Obviamente, el material preferido será el acero inoxidable de alta calidad.

Los tipos de residuos a eliminar en las plantas serán principalmente los siguientes:

- Materia orgánica, como proteínas, grasas y carbohidratos. Estos se eliminan más eficazmente con detergentes fuertemente alcalinos (en especial la soda cáustica, NaOH). Además, se sabe que la combinación de detergentes ácidos (en especial ácido fosfórico) y tenso activos no iónicos es eficaz contra materia orgánica.
- Materia inorgánica, como las sales de calcio y otros metales. Además, en las incrustaciones superficiales duras, formadas por la deposición de sales en tinajas y alambiques en los procesos de elaboración de leche y cerveza, las sales quedan incrustadas con residuos de proteínas. Estas sales se eliminan más eficazmente con productos de limpieza ácidos.
- Las bio-películas, formadas por bacterias, hongos, levaduras y algas pueden eliminarse con productos de limpieza que son eficaces contra la materia orgánica.

La mayoría de los productos de limpieza trabajan más rápida y eficazmente a temperaturas altas, por lo tanto, puede ser beneficioso limpiar a una temperatura alta. A menudo, la limpieza se realiza a 60° – 80° C en zonas donde, en términos de energía, compensa utilizar a temperaturas tan altas.

1.3.2. Sanitización

Según Francisco Moreno en su obra: “Higiene e Inspección de Carnes”⁸, el término sanitizantes es utilizado en Estados Unidos, principalmente en las industrias de alimentos y *catering*. Sinónimo de saneamiento. Proceso de limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios. No implica esterilización. También significa medidas de higiene, que comprende instauración y mantenimiento de condiciones favorables para la salud. Sinónimo de higiene, se utiliza como también para indicar limpieza y desinfección.

Según la Dra. Reyes Pla en su informe “Limpieza y desinfección en la Industria Alimentaria”⁹, la sanitación es un concepto general que comprende la creación y mantenimiento de las condiciones óptimas de higiene y salubridad en todo el proceso de producción de alimentos (instalaciones, útiles de manipulación y equipos).

1.4. Limpieza CIP

Procedimiento para realizar limpieza en equipos el cual ahorra una parte considerable de tiempo ya que los equipos no son desmontado, únicamente se utilizan factores como: temperatura, tiempo y concentración.

⁸ MORENO, Francisco. Higiene e Inspección de Carnes. p. 572.

⁹ PLA, Reyes. Limpieza y Desinfección en la Industria Alimentaria. http://minnie.uab.es/~veteri/22958/neteja_desin.pdf. Consulta: 16 de febrero 2012.

1.4.1. Qué es la limpieza CIP

Es un término en idioma inglés que significa *Cleaning in Place* conocido por sus siglas CIP.

1.4.2. Tipos de limpieza CIP

De acuerdo con Blanca Estrada en su obra: “Análisis técnico-económico de sistemas de limpieza para líneas de producción en la industria de alimentos”¹⁰ expresa que el uso adecuado y cuidadoso de agentes de desinfección durante la producción o procesamiento de diferentes materias primas toma parte importante dentro del rol decisivo del aseguramiento de la calidad de los productos. En particular, lo inadecuado o irregular en las rutinas de limpieza pueden tener serias consecuencias en la seguridad de los consumidores una vez los productos se contaminen.

Comúnmente se cuenta con dos tipos de rutinas de limpieza y desinfección:

- Limpieza manual: el diámetro de las llenadoras de envase deberán ser suficiente para facilitar la limpieza del mismo por parte del operario, de forma que todas las zonas sean de fácil acceso. En el caso de los ejes y las palas deben ser fácilmente extraíbles y limpiables. Los apoyos con el suelo no tendrán encuentros cóncavos con el suelo, difíciles de limpiar, serán acabados en esfera. Sí por motivos de seguridad son necesarios apoyos con pie plano, se deben ligarán al suelo mediante platinas,

¹⁰ ESTRADA, Blanca. Análisis técnico-económico de sistemas de limpieza para líneas de producción en la industria de alimentos. p. 1.

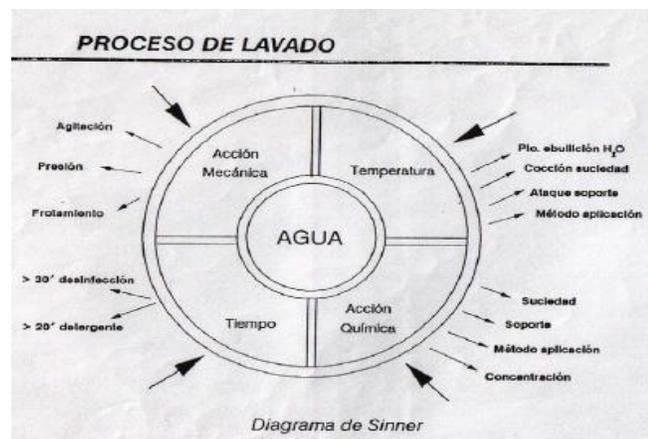
cumpliendo en todos los casos anteriores con las normas de seguridad industrial.

- Limpieza automatizada: en este caso hay que considerar la eficacia de sistema de aspersion para la limpieza, etc. En este caso debe cuidarse especialmente la rugosidad interior de las superficies. En el caso de los ejes y las palas deben poseer una superficie totalmente lisa.

1.4.3. Factores para un adecuado proceso CIP

Según la Dra. Reyes Pla en su informe: “Limpieza y desinfección en la Industria Alimentaria” expresa que la facilidad en la eliminación total de la suciedad en una superficie depende de la cantidad de suciedad y de los factores siguientes, según el Diagrama de Sinner:

Figura 3. Proceso de lavado, Diagrama de Sinner



Fuente: PLA, Reyes. Limpieza y desinfección en la Industria Alimentaria. http://minnie.uab.es/~veteri/22958/neteja_desin.pdf. Consulta: 16 de febrero 2012

A. Acción química

La elección de un producto de limpieza y desinfección debe realizarse según:

B. Calidad del agua

- a. Agua dura: secuestrantes (eliminan las incrustaciones y aumentan la eficacia).
- b. Agua corrosiva: inhibidores de corrosión o tamponantes de pH.
- c. Agua potable

C. Suciedad

Antes de seleccionar el detergente debe evaluarse el tipo de suciedad:

Suciedad orgánica

- a. Soluble en agua: azúcares, almidones.
- b. Insoluble en agua: grasa y proteína.

Suciedad inorgánica

- a. Soluble en agua: iones monovalentes y sales
- b. Insoluble en agua: iones polivalentes

D. Soporte

- a. Estabilidad química, mecánica y térmica
- b. Estado de la superficie

E. Sistema de aplicación

- a. Sistema de recirculación (*cleaning in place* – CIP)
- b. Sistemas de aspersión: aplican las soluciones en forma de ducha
- c. Sistemas de inmersión
- d. Sistemas de proyección
- e. Máquinas fregadoras de suelos
- f. Sistemas de limpieza manual

F. Concentración del producto

Dependerá de su composición y del tipo de problema a resolver.

G. Temperatura

El aumento de la temperatura multiplica la acción del detergente:

- a. Disminuye la tensión superficial del agua
- b. Acelera las reacciones químicas
- c. Facilita la saponificación de las grasas y sus hidrólisis
- d. Fluidifica las grasas, las ceras, etc. facilitando la penetración del detergente.
- e. Produce agitación térmica por movimientos de convección y ebullición y facilita la desinfección.

Sin embargo, la temperatura está limitada por:

- a. El punto de ebullición del agua
- b. El coste de energía calorífica

- c. La resistencia térmica de ciertos materiales
- d. La cocción de la suciedad (coagulación de proteínas, caramelización de hidratos de carbono).
- e. El método de aplicación

H. Tiempo

Las reacciones químicas de limpieza y desinfección no son nunca instantáneas y debe respetarse un tiempo mínimo:

- a. Limpieza: con un mínimo de 20 minutos para superficies de la industria medianamente sucias aunque puede durar varias horas en las operaciones de desincrustación de calderas, etc.
- b. Desinfección: mínimo de 30 minutos que puede alargarse hasta algunas horas para desinfectantes de espectro microbicida lento aplicadas a temperatura ambiente.

I. Acción mecánica

Permite la renovación de la solución detergente, el arranque de la suciedad muy adherida y evita su redeposición, es muy difícil querer limpiar sin la acción mecánica como sin detergente. La acción mecánica puede realizarse por:

- a. Agitación de la solución
- b. Velocidad de la circulación (en circuitos cerrados o CIP).
- c. Presión de proyección
- d. Frotamiento manual

El tipo de suciedad y características de las instalaciones influirá en:

- a. La concentración y tipo de las soluciones detergentes y desinfectantes.
- b. El sistema de aplicación
- c. La utilización de agua fría o caliente y tiempo de contacto.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis de la sanitización actual

Cuando la sanitización no es la adecuada, o no se efectúa en el tiempo preciso, los excrementos tanto orgánicos como inorgánicos se tornan contaminantes que pueden degradar la calidad del producto final.

A. Contaminación de microorganismos en la industria licorera

Desde el origen de la producción de licores el hombre ha trabajado por conservar dichos productos, desarrollando ciertos sistemas de limpieza y sanitización, para mantener las condiciones óptimas, conservación y manipulación. La principal causa del deterioro es la contaminación de microorganismos (bacterias, levaduras y hongos) debido a que la propia naturaleza de los insumos para la producción de licor, compuestos por condiciones variables del agua y las melazas, hace un medio ideal para la proliferación de diferentes microorganismos, entre los que se puede mencionar:

a. Levaduras

Especialmente de la variedad *Saccharomyces* (*cerevisiae*, *uvarum*, *pastorianus*, *diastaticus*), que deterioran ostensiblemente la calidad del licor y causan turbidez y sabores desagradables.

b. Bacterias

Tales como *Cándida pelliculosa* (guarapo de la caña), *Pichia* (genero de hongos), *Hansenula* (microorganismo formado por la reacción del alcohol etílico y del ácido acético), *Brettanomyces* (es una levadura que se emplea en la producción de bebidas alcohólicas, huele como a jarabe para la tos, indica que el licor no goza de buena salud), que forman sedimentos y turbidez y otros efectos desagradables y olor fermentado ofensivo.

Es menos común encontrar bacterias tales como Gram-positivas del género *Pediococcus* (cocos) y Gram-positivas del género *Lactobacillus* estas forman una coloración violeta/azul, las Gram-negativas del género *Acetobacter* aportan a las bebidas una coloración roja, y el hongo *Aspergillus niger* que, aunque no se encuentra en el interior del producto final, por su carácter aerobio (organismo que necesita oxígeno libre en el medio ambiente para subsistir), sí se encuentra en la línea de envasado, especialmente si ésta no ha sido debidamente limpiada y sanitizada.

B. Sistemas actuales de limpieza y sanitación

Actualmente, la industria licorera utilizan los siguientes métodos de limpieza y desinfección o sanitización:

a. Limpieza manual

Se inicia el proceso desarmando las tuberías de las líneas de producción, posteriormente se cepilla interiormente; un empleado entra en tanques de llenadoras o almacenamiento de producto y se procede a limpiarlas con un cepillo, se aplican soluciones de detergente y agua tratada. Por lo general, se le

realiza en tanque de llenadoras muy antiguas y se demora aproximadamente tres horas.

b. Limpieza por inundación

Se drena el licor de las tuberías y de las llenadoras, llenan las tuberías, las llenadoras y tanques con productos o soluciones detergentes y desinfectantes altamente concentrado (alcalino) en una dosis desde del 3% a 5%, durante tres a cuatro horas, para garantizar una buena desinfección. Luego, se realiza un enjuague con agua a temperatura ambiente por una hora más.

c. Limpieza en circuito cerrado CIP

Este tipo de limpieza consta de varias etapas:

Etapa 1: drenar licor de tubería y llenadora, el tiempo de limpieza es de 10 minutos.

Etapa 2: enviar producto alcalino al sistema (tubería y llenadora), el tiempo estimado 10 minutos.

Etapa 3: preenjuague: remueve gran cantidad de residuos de poca adherencia (espuma, levadura, etc.) y se utiliza agua a temperatura ambiente (20 – 25 °C). durante unos 5 a 10 minutos.

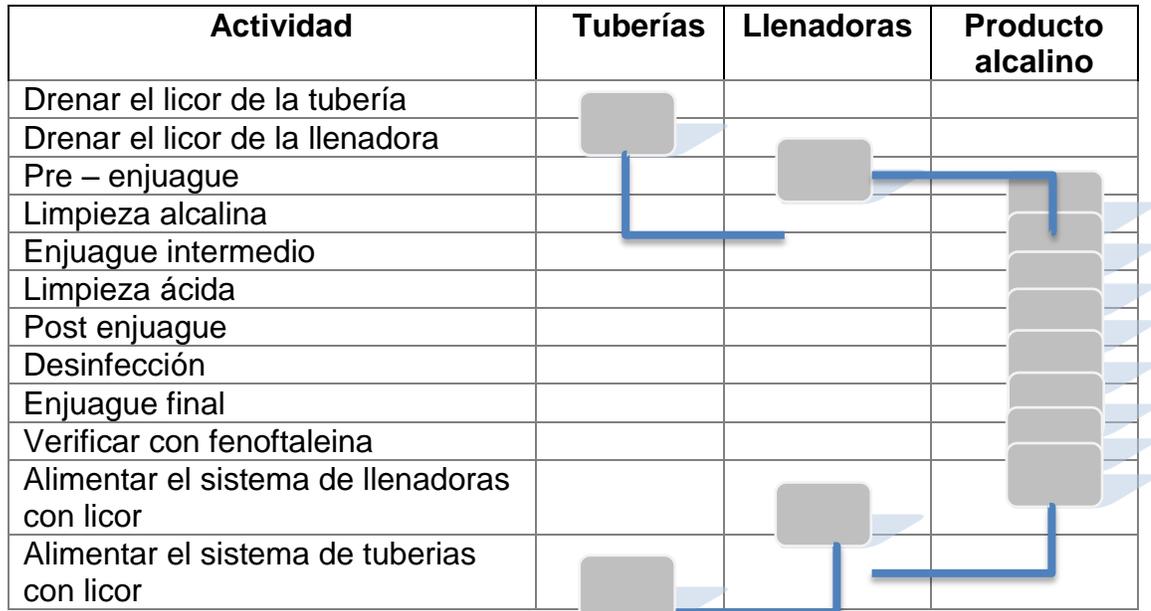
Etapa 4: limpieza alcalina: el objetivo de este proceso es remover el residuo de mayor adhesión (espuma seca, taninos, resinas de lúpulo, etc.); se emplea un producto alcalino aproximadamente 3 galones, se usan soluciones de hidróxido de sodio al 2.5 % para trabajar a temperaturas de 60-80 ° C. Si no alcanza esta temperatura se usan concentraciones mayores al 5 %. El tiempo de limpieza es de 45 a 60 min. El precio de mercado del producto Q 110,00 por galón.

- Etapa 5: enjuague intermedio: remueve el residuo detergente con agua potable caliente mayor a 80 °C, dura aproximadamente de 30 a 40 minutos.
- Etapa 6: limpieza ácida: este paso se realiza cada mes para remover residuos inorgánicos, como piedra de cerveza e incrustaciones dadas por la dureza del agua. Generalmente se usan soluciones de ácido nítrico y/o ácido fosfórico en concentraciones 1 – 2 %. El tiempo de limpieza es de 30 min. a temperatura ambiente. El precio de mercado del producto es Q 480,00. por galón.
- Etapa 7: posenjuague: remueve los residuos del detergente ácido, con agua a temperatura ambiente y dura de 5 – 10 min.
- Etapa 8 desinfección: en esta etapa se elimina la cantidad microbiana al nivel aceptable o a las especificaciones de calidad e higiene de la industria licorera y generalmente también se la realiza antes de iniciar la producción. Se puede utilizar agua caliente o un sanitizante químico que puede ser cloro, amonio cuaternario o compuestos yodados. En ambos casos, el tiempo de desinfección es de 15 min.
- Etapa 9: enjuague final (drenar el sistema con agua): es la eliminación total del residuo desinfectante y se debe utilizar agua fresca de muy buena calidad microbiológica.
- Etapa 10: verificar con fenolftaleína que el agua drenada ya no contenga restos de producto alcalino, tiempo estimado 5 minutos, la cantidad de fenolftaleína es de 1 litro, el costo aproximado Q 30,00.
- Etapa 11: alimentar el sistema (tubería y llenadora) con licor, tiempo aproximado de cinco minutos.

2.1.1. Diagrama de operaciones y diagrama de flujo

El proceso de limpieza en circuito cerrado CIP, se resumen en el siguiente cuadro:

Figura 4. Diagrama de operaciones y diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Sanitización en área de tuberías

Proceso de limpieza y desinfección de tuberías

Como expresa la compañía Johnson Diversey en su informe “Limpieza y saneamiento en CIP”¹¹ se debe considerar requisitos para el diseño de circuitos de CIP, tanto para tanques como tuberías y llenadoras, se debe considerar las siguientes precauciones:

- Considerar la pasivación de las tuberías (soldaduras) y de los tanques de acero inoxidable antes del uso.

¹¹ DIVERSEY, Johnson. www.diversey.com. Consulta: 14 de abril 2012.

- Considerar la pasivación para la corrosión y para la contaminación de producto con hierro.

“El flujo de un líquido a través de una tubería generalmente se describe como flujo laminar o turbulento, la acción mecánica de una tubería depende de la condición de crear un flujo turbulento, tan bueno como sea posible. La característica de un flujo laminar o turbulento, depende de la velocidad del flujo”¹² un flujo lento y uniforme se conoce flujo laminar, mientras que un flujo rápido y caótico se conoce como flujo turbulento. Los métodos que se utilizan para calcular la pérdida de energía es diferente para cada tipo de flujo.

El tipo de flujo puede predecirse mediante el cálculo de un número sin dimensiones, el número de Reynolds, que relaciona las variables más importantes que describen un flujo: velocidad, longitud de la trayectoria del flujo, densidad de fluido y viscosidad.

Sí el número de Reynolds para el flujo es menor que 2 000 será un flujo laminar, sí el número es mayor que 4 000 se puede suponer que el flujo es turbulento. En el intervalo de números de Reynolds comprendido entre 2 000 y 4 000 es imposible predecir qué tipo de flujo existe.

2.1.3. Sanitización en válvulas llenadoras

Dependiendo del tipo de llenadora de licor se pueden incorporar las siguientes tipos de válvulas:

- Válvulas estándar con sistema de autolavado incorporado en la propia válvula.

¹² MOTT, Robert. Mecánica de fluidos aplicada. p. 225.

- Válvulas de diseño especial antiespuma, para licores o productos espumantes.

En muchas industrias el proceso de sanitización es de tipo manual, por lo regular solamente se le agrega agua a presión a las válvulas, esto no garantiza que queden trazas de productos anteriores y que queden totalmente sanitizadas.

2.1.4. Sanitización en tanques de llenadoras

La industria guatemalteca se ha modernizado en la adquisición de tanques de llenadoras, continuación se describen las principales empresas proveedoras en materia de llenadoras a nivel internacional:

Tabla II. **Lista de principales empresas proveedoras de llenadoras de licor**

Proveedor	Llenadoras al vacío (licor)	Características
"Krones" ¹³	a) Modelo VV 50120 <u>Campo de aplicación</u> Llenado de vino, licores dulces o bebidas espirituosas en botellas de vidrio <u>Gama de rendimientos:</u> Dependiendo del producto a llenar, el sistema puede envasar hasta 60,000 botellas por hora.	Nivel de llenado preciso Alta calidad del producto Flexibilidad Tiempos reducidos de cambio de formato. Mantenimiento Sencillo.
"Bertolaso" ¹⁴	b) Bertolasso Spirit	Líneas modernas de 200 a 400 bpm.

Fuente: elaboración propia, con base en la información de Krones & Bertolasso.

Principio de funcionamiento de llenadora de licor

Como indica la empresa Krones en su sitio "*web*"¹⁵, el depósito anular se llena de producto por la parte inferior líquido a líquido. El nivel de líquido en este caso es regulado por sondas. Empieza el proceso de llenado cuando el cilindro elevador levanta la botella a la tulipa centradora presionándola contra la válvula de llenado. Durante este proceso la botella levanta la válvula de llenado contra la fuerza del resorte de presión externo, abriendo de esta forma la entrada del producto desde el depósito anular.

¹³ www.krones.com. Consulta: 15 de marzo 2011.

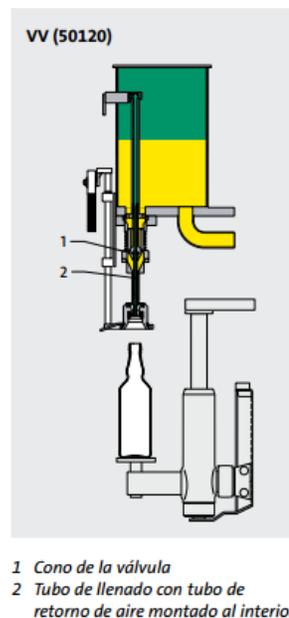
¹⁴ www.bertolaso.com. Consulta: 15 de marzo 2011.

¹⁵ www.krones.com Consulta: 15 de marzo 2011.

El aire de retorno desplazado de la botella se escapa a través del tubo de retorno hacia el depósito anular. Cuando el nivel de líquido toca el tubo de llenado, el aire ya no puede salir de la botella en dirección al depósito anular.

La corrección por vacío devuelve con gran precisión el producto llenado en exceso al depósito anular. En este proceso solo se aplica vacío en las botellas presionadas contra las válvulas de acuerdo con el principio de si no hay envase no se aplica vacío (*no bottle no vacuum*). De esta forma se minimiza el volumen del caudal aspirado y se protege el producto a llenar. Se cierra la válvula de llenado cuando la unidad elevadora baja la botella desde la válvula de llenado.

Figura 5. **Llenadora de licor núm. 1**



Fuente: Manual Llenadora Bertolasso. p. 25.

Proceso de sanitización de los tanques de llenadoras

A continuación se presenta una descripción y el sistema actual de limpieza de los tanques de llenadoras que se emplea en cada línea de producción:

La actividad de sanitización se inicia con el líquido que se drena en las tuberías, pero en muchos casos no se logra inundar el tanque, por lo que no se garantiza que todo el tanque quede totalmente sanitizado.

Las llenadoras son auxiliadas por sistemas de aire comprimido, sistemas de vapor, sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, líneas de suministro de agua fría y caliente. Los sistemas que mencionamos son de gran importancia, siendo el fabricante el que establece los parámetros que se deben de tomar en cuenta para su instalación, que vienen adjuntos en los manuales de instalación.

Como expresa la compañía Johnson Diversey en su informe Limpieza y saneamiento en CIP la higienización CIP en acción mecánica, se debe considerar los siguientes aspectos: los *Spray Balls* típicamente aplican un gran volumen de líquido a una baja presión (1 – 2,5 bar) y Cascadas de líquido cayendo por las paredes de los tanques, por acción de gravedad, crean la acción mecánica necesaria.

Figura 6. **Sistemas de limpieza CIP para tanques**



Fuente: DIVERSEY, Johnson. Limpieza y Saneamiento en CIP. p. 9.

2.1.5. Sanitización en filtros de licor

En muchas industrias de licor, el procedimiento de Sanitización consiste en procedimiento de lavado con agua a presión.

Las instalaciones cuentan con inyectores de aire filtrado, que genera una alta presión en el área, evitando así una elevada temperatura, se produce una condensación del vapor; los filtros en las tomas de aire permiten la retención del polvo y materias extrañas, se limpian o se sustituyen de acuerdo a los períodos de mantenimiento preestablecidos por el fabricante.

2.2. Productos químicos utilizados

A continuación se describen las principales empresas proveedoras de productos químicos utilizados para la limpieza y sanitización localizadas en Guatemala se puede mencionar a:

Tabla III. **Lista de principales empresas proveedoras de productos químicos**

Proveedor	Ubicación	Web Site
• Alkemy	Guatemala	www.alkemycorp.com
• Diversey	México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Argentina, Chile, Perú, Bolivia, Uruguay, Paraguay, Ecuador, Venezuela, Colombia, Caribbean	www.johnsondiversey.com
• Ecolab	Guatemala	www.ecolab.com
• Rcquimica	Guatemala	www.rcquimica.com
• Cek	Guatemala	www.corporacioncek.com

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Alcalinos

Es primordial explicar lo que significa acidez y alcalinidad. Estos dos términos responden a la forma de clasificar la reacción de cualquier elemento. El grado de acidez o alcalinidad se mide por medio de una escala llamada Potencial de hidrógeno en sus siglas pH, que va en un rango de cero (extremo ácido) a 14 (extremo alcalino), ubicándose en el centro (7) el valor neutro. Estos rangos se pueden interpretar de la siguiente forma:

Tabla IV. **Grados de acidez y grados de alcalinidad**

Valores de acidez							Valores de alcalinidad							
←—————→							←—————→							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Fuente: elaboración propia.

Para cumplir adecuadamente con las Políticas de Calidad en la producción de licores se debe mantener un ligero nivel de acidez. Dependiendo del tipo de licor se debe ubicar entre 3,4 y 3,8. Un licor que oscile entre 3 a 4 es muy ácido, y un licor superior a 4 es muy soso (insípido).

2.2.2. Ácidos

“El análisis de acidez (pH) es una parte importante de la calidad del producto”¹⁶ expresa que en el manejo de expresiones exponenciales se define el pH como el logaritmo inverso de la concentración de iones H₃O⁺:

$$pH = \log \frac{1}{[H_3O^+]} = -\log [H_3O^+]$$

En disoluciones neutras:

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-7} = -(-7 \times \log 10) = 7$$

Mientras que en disoluciones ácidas pH < 7 y en disoluciones básicas pH > 7.

¹⁶ ALBELLA, Jose María. Introducción a la Ciencias de Materiales. p. 184.

“Según un informe técnico del Gobierno de las Canarias”¹⁷, indica que pH está influenciado por la temperatura y por todas las sustancias disueltas, en el caso del pH del agua pura a 30 °C es 6,92; a 24 °C es 7 (neutralidad); a 20 °C es 7,03 y a 0 °C es 7,47. El pH influye en color del licor, los indicadores más comunes son: Azul de timol (pH entre 8 y 9,6), Rojo de cresol (pH entre 7,2 y 8,8) y Azul de bromo timol (pH entre 6 y 7,6).

2.2.3. Sanitizantes

Entre los productos que se pueden localizar para la desinfección de superficies, distribuidas por la empresa Diversey, se puede mencionar:

Tabla V. **Lista de productos sanitizantes de la empresa Diversey**

Producto	Activo	Tiempo de contacto	Concentración
Virex II 256	Amonio Cuaternario	10 min	660 ppm
Triad II	Amonio Cuaternario	10 min	600 ppm
Germekil	Amonio Cuaternario	10 min	900 ppm
Virex Cloro	Cloro Organico	10 min	> 540 ppm
AHP desinfectante	Peróxido de hidrógeno	10 min	660 ppm
ENDBAC II	Hipoclorito de sodio	10 min	> 540 ppm
Frescor Cloro	Hipoclorito de sodio	10 min	> 540 ppm
Divosan Hypoclorite	Hipoclorito de sodio	10 min	> 540 ppm

Fuente: Diversey, disponible en www.johnsondiversey.com. Consulta: 15 marzo 2012

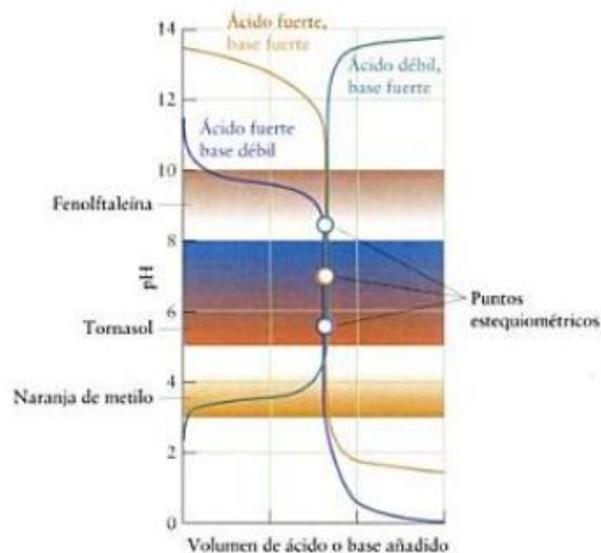
¹⁷ Gobierno de las Canarias. ww.canarias.org/asociacionfyq/docs/TecnicasLab/Bloque%205.doc Consulta: 15 de marzo 2012.

2.2.4. Fenolftaleína

“Los principios del conocimiento, la fenolftaleína también puede utilizarse para detectar el punto estequiométrico de una titulación de ácido débil-base fuerte, pero no el naranja de metilo”¹⁸ Sin embargo, el naranja de metilo puede utilizarse para una titulación base débil-ácido fuerte. La fenolftaleína sería inapropiada en este caso, ya que su cambio de color sucede bastante después del punto estequiométrico.

En la presente figura se puede observar el volumen de ácido:

Figura 7. **Volumen de ácido o base añadido de la fenolftaleína**



Fuente: WILLIAMS, Peter. Principios de Química: los caminos del descubrimiento. p. 424.

¹⁸ WILLIAMS, Peter. Principios de Química: los caminos del descubrimiento. p. 424.

La fenolftaleína puede utilizarse para las titulaciones con un punto estequiometrico cercano a $\text{pH} = 9$, como una titulación de un ácido débil con una base fuerte. El naranja metilo cambia de color dentro del intervalo de $\text{pH} = 3,2$ y $\text{pH} = 4,4$ y puede utilizarse en la titulación de una base débil con un ácido fuerte. Idealmente, los indicadores para titulaciones ácido fuerte-base fuerte deberían tener puntos finales cercanos a $\text{pH} = 7$, sin embargo, en titulaciones ácido fuerte-base fuerte, el pH cambia rápidamente sobre varias unidades de pH , e incluso puede utilizarse la fenolftaleína.

2.3. Costos actuales

El costo actual está compuesto de los costos de los químicos más los costos necesarios de mano de obra para realizar el trabajo.

2.3.1. Costos de químicos

A continuación se describen los costos productos químicos utilizados:

Tabla VI. **Costos químicos**

Costo de detergentes	Unidad	Precio de mercado
Producto alcalino	Galón.	Q. 110,00
Soda	kg.	Q. 2,40
Detergente ácido	Litro	Q. 480,00

Costo de desinfectantes	Unidad	Precio
Peracetico	kg.	Q. 30,00

Costo de esterilizantes	Unidad	Precio
Agua	M3	Q. 0,50
Vapor		
Etapa pre-enjuague	kg Vapor	Q. 3,50
Etapa detergente	kg Vapor	Q. 3,50
Etapa enjuague	kg Vapor	Q. 3,50
Etapa desinfección	kg vapor	Q. 3,50
Etapa arranque	kg Vapor	Q. 3,50

Fuente: elaboración propia, con base en los precios de mercado.

2.3.2. **Costos de mano de obra**

A continuación se describen los costos de mano de obra necesarios para realizar la limpieza CIP

Tabla VII. **Costos de sanitización actual**

Cantidad de horas utilizadas	Costo por hora	Total
6	40	Q. 240,00

Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA LIMPIEZA CIP

Con el fin de comprender la diferenciación del proceso de pruebas con diferentes productos a continuación se describen las actividades para realizar los mismos:

3.1. Pruebas con diferentes productos

A continuación se realizan pruebas con diferentes productos para analizar posteriormente el costo de los mismos.

3.1.1. Alcalina

- A. Insumos
 - a. HC 327 alcalino
 - b. Alox ultra sanitizante
 - c. *Stone out* ácido
 - d. Litro agua suave
 - e. Cepillo para visores
 - f. Cepillo de mango largo de acero inoxidable
 - g. Manguera grado alimenticio de 2"
 - h. Pistola plástica para manguera
 - i. Recipientes necesarios para las soluciones de ácido y sanitizante.
 - j. Guantes PVC para manipulación de químicos
 - k. Bolsas estériles
 - l. Mascarilla para vapores orgánicos
 - m. Gabacha de PVC

- n. Toma muestras estériles
 - o. Manguera de alta presión para vapor
 - p. Guantes de cuero para alta temperatura
 - q. Botas de hule
- B. Recurso humano
- a. Dos horas hombre (operador de llenadora)
 - b. Dos horas hombre (analista de laboratorio)
- C. Actividades
- a. Acumular una dilución de 400 litros de agua y un galón de producto alcalino (la recomendación del fabricante del producto alcalino indica que se puede emplear el 1 % de producto alcalino),
 - b. Con esta dilución se preparó en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
 - c. Drenar el licor de tubería, tanque y llenadora en un tanque de reproceso.
 - d. Enviar el producto alcalino por la tubería donde se envía el licor, y este proceso durante 20 minutos.
 - e. Inundar el tanque de la llenadora con la solución alcalina durante 30 minutos.
Se fabricaron unas piezas para simular que había botellas en la máquina, esto con el fin de lograr que la solución alcalina pasara por todo el sistema de la llenadora.
 - f. Enviar agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos,
 - g. Con el fin de garantizar que en la tubería ya no existiera restos de producto alcalino, se utiliza un medidor de pH, el cual al agregar gotas al agua que se está drenando, se debe poner de color

naranja de acuerdo al pH del agua, esto para garantizar que no quedan restos de producto ácido

- h. Se toma un hisopado del tanque y válvulas de llenadora. Se debe esperar 48 horas para obtener los resultados microbiológicos, para garantizar que el tanque válvulas y tubería estén totalmente sanitizados.

Para la realización de estas actividades en una línea de producción estructurada se requiere del trabajo efectivo de dos horas hombre de operador de llenadora y dos horas hombre del analista de laboratorio, el tiempo estimado de limpieza es de 60 minutos.

3.1.2. Alcalina – ácida

- A. Insumos
 - a. HC 327 Alcalino
 - b. Alox ultra sanitizante
 - c. *Stone out* ácido
 - d. Litro agua suave
 - e. Cepillo para visores
 - f. Cepillo de mango largo de acero inoxidable
 - g. Manguera grado alimenticio de 2"
 - h. Pistola plástica para manguera
 - i. Recipientes necesarios para las soluciones de ácido y sanitizante.
 - j. Guantes PVC para manipulación de químicos
 - k. Bolsas estériles.
 - l. Mascarilla para vapores orgánicos
 - m. Gabacha de PVC
 - n. Toma muestras estériles

- o. Manguera de alta presión para vapor
 - p. Guantes de cuero para alta temperatura
 - q. Botas de hule
- B. Recurso humano
- a. Tres horas hombre (operador de llenadora)
 - b. Tres horas hombre (analista de laboratorio)
- C. Actividades
- a. Acumular una dilución de 400 litros de agua y 1 galón de producto alcalino (la recomendación del fabricante del producto alcalino indica que se puede emplear 1 % de producto alcalino),
 - b. Con esta dilución se preparó en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
 - c. Drenar el licor de tubería, tanque y llenadora en un tanque de reproceso
 - d. Enviar el producto alcalino por la tubería donde se envía el licor, y este proceso durante 20 minutos.
 - e. Inundar el tanque de la llenadora con la solución alcalina durante 30 minutos. se fabricaron unas piezas para simular que habían botellas en la máquina, esto con el fin de lograr que la solución alcalina pasará por todo el sistema de la llenadora.
 - f. Enviar agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos,
 - g. Con el fin de garantizar que en la tubería ya no existiera restos de producto alcalino se utiliza un medidor de pH, el cual al agregar gotas al agua que se está drenando debe ponerse de color naranja de acuerdo al pH del agua, esto para garantizar que no quedan restos de producto ácido

- h. Se toma un hisopado del tanque y válvulas de llenadora. Se debe esperar 48 horas para obtener los resultados microbiológicos para garantizar que el tanque válvulas y tubería estén totalmente sanitizados.

Para la realización de estas actividades en una línea de producción estructurada se requiere del trabajo efectivo de tres horas hombre de operador de llenadora y tres horas hombre del analista de laboratorio, el tiempo estimado de limpieza es de 60 minutos.

3.1.3. Alcalina – ácida – vapor

- A. Insumos
 - a. HC 327 alcalino
 - b. Alox ultra sanitizante
 - c. *Stone out* ácido
 - d. Litro agua suave
 - e. Cepillo para visores
 - f. Cepillo de mango largo de acero inoxidable
 - g. Manguera grado alimenticio de 2"
 - h. Pistola plástica para manguera
 - i. Recipientes necesarios para las soluciones de ácido y sanitizante.
 - j. Guantes PVC para manipulación de químicos
 - k. Bolsas estériles
 - l. Mascarilla para vapores orgánicos
 - m. Gabacha de PVC
 - n. Toma muestras estériles
 - o. Manguera de alta presión para vapor
 - p. Guantes de cuero para alta temperatura

q. Botas de hule

B. Recurso humano

- a. Cuatro horas hombre (operador de llenadora)
- b. Cuatro horas hombre (analista de laboratorio)

C. Actividades

- a. Se realiza una dilución de 400 litros de agua y un galón de producto alcalino (la recomendación del proveedor es emplear el 1 % de producto alcalino).
- b. La anterior dilución se prepara en un tanque de 500 litros, en el área de fabricación.
- c. Se drena el licor de tubería, tanque y llenadora en un tanque de reproceso.
- d. Posteriormente, se envía el producto alcalino por la tubería donde se envía el licor, y este proceso dura aproximadamente 20 minutos.
- e. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución alcalina, este proceso dura 30 minutos.
- f. Se envía el agua desde el proceso de fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- g. Se realiza una dilución de 400 litros de agua y 2 litros de producto ácido (recomendación del proveedor, 0,5 % producto ácido)
- h. Esta dilución se debe preparar en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
- i. Posteriormente se envía el producto ácido por la tubería donde se envía el licor, y este proceso dura aproximadamente 20 minutos.
- j. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución ácida, este proceso dura 30 minutos.

- k. Después se envía agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- l. Con el fin de garantizar que en la tubería ya no exista restos de producto ácido se utiliza un medidor de pH, el cual al agregar gotas al agua que se está drenando se debe poner de color naranja de acuerdo al pH del agua, esto para garantizar que no quedan restos de producto ácido.
- m. Se procede a enviar vapor por la tubería hasta el tanque de la llenadora por un tiempo de 15 minutos.
- n. Se toma un hisopado de el tanque y válvulas de llenadora, y posteriormente a las 48 horas se tienen el resultado microbiológico, para garantizar que el tanque válvulas y tubería quedaron totalmente sanitizados.

3.1.4. Alcalina – ácida – sanitizante

- A. Insumos
 - a. HC 327 Alcalino
 - b. Alox ultra sanitizante
 - c. Alox ultra sanitizante
 - d. *Stone out* ácido
 - e. Litro agua suave
 - f. Cepillo para visores
 - g. Cepillo de mango largo de acero inoxidable
 - h. Manguera grado alimenticio de 2"
 - i. Pistola plástica para manguera
 - j. Recipientes necesarios para las soluciones de ácido y sanitizante.
 - k. Guantes PVC para manipulación de químicos
 - l. Bolsas estériles

- m. Mascarilla para vapores orgánicos
- n. Gabacha de PVC
- o. Toma muestras estériles
- p. Manguera de alta presión para vapor
- q. Guantes de cuero para alta temperatura
- r. Botas de hule

B. Recurso humano

- a. Cuatro horas hombre (operador de llenadora)
- b. Cuatro horas hombre (analista de laboratorio)

C. Actividades

- a. Realizar una dilución de 400 litros de agua y un galón de producto alcalino (recomendación del proveedor, 1 % de producto alcalino),
- b. Se prepara en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
- c. Drenar el licor de tubería, tanque y llenadora en un tanque de reproceso.
- d. Posteriormente se envía el producto alcalino por la tubería donde se envía el licor, y este proceso dura aproximadamente 20 minutos.
- e. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución alcalina este proceso dura 30 minutos.
- f. Se envía el agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- g. Se realiza una dilución de 400 litros de agua y dos litros de producto ácido + un litro de sanitizante (recomendación del proveedor, 0,5 % producto ácido)
- h. Esta dilución se prepara en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.

- i. Posteriormente se envía el producto ácido por la tubería donde se envía el licor, y este proceso dura aproximadamente 20 minutos.
- j. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución ácida-sanitizante, y se emplean unas piezas para simular que habían botellas en la máquina, esto con el fin de lograr que la solución ácida pasará por todo el sistema de la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- k. Después se envía agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- l. Para garantizar que en la tubería ya no existiera restos de producto ácido se utiliza un medidor de pH, el cual al agregar gotas al agua que se drena se pondrá de color naranja de acuerdo al pH del agua, esto para garantizar que no quedan restos de producto ácido.
- m. Se toma un hisopado del tanque y válvulas de llenadora, y posteriormente a las 48 horas se tienen el resultado microbiológico para garantizar que el tanque, válvulas y tubería, con el fin que se quede totalmente sanitizada la llenadora.

3.1.5. Alcalina – ácida – sanitizante – agua caliente

- A. Insumos
 - a. HC 327 alcalino
 - b. Alox ultra sanitizante
 - c. *Stone out* ácido
 - d. Litro agua suave
 - e. Cepillo para visores
 - f. Cepillo de mango largo de acero inoxidable
 - g. Manguera grado alimenticio de 2"

- h. Pistola plástica para manguera
- i. Recipientes necesarios para las soluciones de ácido y sanitizante.
- j. Guantes PVC para manipulación de químicos
- k. Bolsas estériles
- l. Mascarilla para vapores orgánicos
- m. Gabacha de PVC
- n. Toma muestras estériles
- o. Manguera de alta presión para vapor
- p. Guantes de cuero para alta temperatura
- q. Botas de hule

B. Recurso humano

- a. Seis horas hombre (operador de llenadora)
- b. Seis horas hombre (analista de laboratorio)

C. Actividades

- a. Se realiza una dilución de 400 litros de agua y 1 galón de producto alcalino(recomendación del proveedor, 1 % de producto alcalino),
- b. Esta dilución se prepara en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
- c. Se debe drenar el licor de tubería, tanque y llenadora en un tanque de reproceso.
- d. Posteriormente, se envía el producto alcalino por la tubería donde se envía el licor, y este proceso dura aproximadamente 20 minutos.
- e. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución alcalina, este proceso dura 30 minutos.

- f. Después se envía agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- g. Se realiza una dilución de 400 litros de agua y 2 litros de producto ácido+ 1 litro de sanitizante (recomendación del proveedor, 0,5 % producto ácido)
- h. Esta dilución se prepara en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
- i. Posteriormente, se envía el producto ácido por la tubería donde se envía el licor, y este proceso duro aproximadamente 20 minutos.
- j. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución ácida-sanitizante, y se utilizan unas piezas para simular que habían botellas en la máquina, esto con el fin de lograr que la solución ácida pasara por todo el sistema de la llenadora, este proceso duro 30 minutos.
- k. Después se envía agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos.
- l. Para garantizar que en la tubería ya no existiera restos de producto ácido se utiliza un medidor de pH , el cual al agregar gotas al agua que se está drenando se pondrá color naranja de acuerdo al pH del agua, esto para garantizar que no quedan restos de producto ácido.
- m. Se procede a enviar agua caliente a 80 grados por la tubería hasta el tanque de la llenadora por un tiempo de 15 minutos.
- n. Se toma un hisopado del tanque y válvulas de llenadora, y posteriormente a las 48 horas se tienen el resultado microbiológico, para garantizar que el tanque válvulas y tubería debe quedar totalmente sanitizados.

3.1.6. Alcalina – ácida – sanitizante – vapor

- A. Insumos
 - a. HC 327 alcalino
 - b. Alox ultra sanitizante
 - c. *Stone out* ácido
 - d. Litro agua suave
 - e. Cepillo para visores
 - f. Cepillo de mango largo de acero inoxidable
 - g. Manguera grado alimenticio de 2"
 - h. Pistola plástica para manguera
 - i. Recipientes necesarios para las soluciones de ácido y sanitizante.
 - j. Guantes PVC para manipulación de químicos
 - k. Bolsas estériles
 - l. Mascarilla para vapores orgánicos
 - m. Gabacha de PVC
 - n. Toma muestras estériles
 - o. Manguera de alta presión para vapor
 - p. Guantes de cuero para alta temperatura
 - q. Botas de hule

- B. Recurso humano
 - a. Cinco horas hombre (operador de llenadora)
 - b. Cinco horas hombre (analista de laboratorio)

- C. Actividades
 - a. Emplear una dilución de 400 litros de agua y un galón de producto alcalino(recomendación del proveedor, 1 % de producto alcalino),

- b. Con esta dilución se preparó en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
- c. Drenar el licor de tubería, tanque y llenadora en un tanque de reproceso.
- d. Posteriormente se envía el producto alcalino por la tubería donde se envía el licor, y este proceso duro aproximadamente 20 minutos.
- e. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución alcalina, este proceso dura 30 minutos.
- f. Después se envía el agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso duro 30 minutos,
- g. Se debe realizar una dilución de 400 litros de agua y dos litros de producto acido+ un litro de sanitizante (según el fabricante del producto se debe emplear 0,5 % producto ácido).
- h. Con esta dilución debe prepararse en un tanque de 500 litros en el área de fabricación.
- i. Posteriormente se envía el producto acido por la tubería donde se envía el licor, y este proceso duro aproximadamente 20 minutos.
- j. En el tanque de la llenadora se inunda con la solución ácida-sanitizante, este proceso dura 30 minutos.
- k. Se envía el agua desde fabricación por la tubería hacia la llenadora, este proceso dura 30 minutos,
- l. Con el fin de garantizar que en la tubería ya no existiera restos de producto ácido se emplea un medidor de pH , el cual al agregar gotas al agua que se está drenando se debe poner de color naranja de acuerdo al pH del agua, esto para garantizar que no quedan restos de producto ácido
- m. Se procede a enviar vapor por la tubería hasta el tanque de la llenadora por un tiempo de 15 minutos.

- n. Se tomó un hisopado del tanque y válvulas de llenadora, y posteriormente a las 48 horas se tienen el resultado microbiológico, para garantizar que el tanque válvulas y tubería quedaron totalmente sanitizados.

3.1.7. Procedimiento análisis microbiológico

A. Propósito

Describir los pasos a seguir para realizar análisis microbiológicos con las siguientes metodologías: Método de filtración por membranas y recuento en placa, método de ausencia presencia E. Coli, método de muestreo de superficies.

B. Alcance

Aplica a muestras de agua, en las válvulas de la llenadora posteriormente al lavado CIP.

C. Reactivos y equipo a utilizar

- a. Autoclave
- b. Equipo de filtración
- c. Pinza esterilizable
- d. Mechero
- e. Cajas petri
- f. Plancha de calentamiento con agitación
- g. Agitadores magnéticos
- h. Balanza analítica
- i. Papel aluminio, kraft o periódico
- j. Cinta adhesiva u otro indicador de esterilización.

- k. Membranas cuadriculares de nitrocelulosa con poros de 0,45 micras
- l. Guantes estériles
- m. Bolsas estériles
- n. Agar Chromocult
- o. Agar *Plate count*
- p. Agua desmineralizada
- q. Cloro comercial o alcohol a 70° gl
- r. Reactivo de Kóvac
- s. *Ready cult* para coliformes
- t. *Envirochek C* para conteo total y E. Coli
- u. *Envirochek YMR* para hongos y levaduras

D. Procedimiento preparación de los medios de cultivo

- a. Calcule el número total de cajas Petri que se van a necesitar. Lave bien las cajas, enjuagado al final con agua desmineralizada y deje secar.
- b. Calcule el volumen necesario de cada uno de los medios de cultivo, tomando en cuenta que: una caja Petri de 5 cm de diámetro necesita aproximadamente 8 ml de medio y una de 10 cm de diámetro 20 ml de medio.

E. Cantidad a preparar de *Agar Plate Count*, para cajas de 10 cm de diámetro: pese 22,5 gramos de medio por cada litro a preparar. Haga el cálculo utilizando la fórmula:

$$\text{Gramos de agar} = \frac{(n)(20)(22,5)}{1\ 000}$$

$$\text{Volumen de agua desmineralizada a utilizar} = (n) (v)$$

n: número de cajas a preparar

v: volumen necesario de medio

F. Preparación del Agar Plate *Count*

En un Erlenmeyer de 250 ml introduzca el Agar y el agua para llegar al volumen deseado, agregue un agitador magnético y Tape. Introduzca el Erlenmeyer en un Beacker con agua caliente y Coloque en una plancha con agitación y calentamiento durante aproximadamente 20 minutos hasta que el agar se disuelva completamente dando una solución de color amarillo brillante libre de turbidez. Reparta el Agar en las cajas Petrí a utilizar, esperar a que se enfríe y tape, envuelva con papel, aluminio kraft o periódico, coloque un pedazo de cinta indicadora de esterilización sobre cada caja. Escriba la fecha y el nombre del medio en cada caja y esterilice a 121°C y 20 psi de presión por aproximadamente 15 minutos. Cuando las cajas estén frías saque del autoclave y coloque en refrigeración.

G. Cantidad de Agar Chromocult en cajas de 10 cm de diámetro: se pesa 26,5 gramos de medio por cada litro a preparar. Realice el cálculo utilizando la fórmula:

$$\text{Gramos de Agar} = (n) (20) (26.5) = 1\ 000$$

$$\text{Volumen de agua desmineralizada a utilizar} = (n) (v)$$

n: número de cajas a preparar

v: volumen necesario de medio

H. Preparación de Agar Chromocult

En un Erlenmeyer de 250 ml introduzca el Agar y el agua para llegar al volumen deseado, agregue un agitador magnético y Tape. Se calienta en una plancha con agitación hasta que se disuelva completamente la solución, en el

momento en que la solución ebulla quite rápidamente del calor y deje enfriar sin destapar el Erlenmeyer. En cajas Petrí esterilizadas reparta el Agar tapando inmediatamente y envuelva con papel Aluminio, kraft o periódico rotulando cada caja con el nombre del medio y la fecha. Coloque en refrigeración.

I. Esterilización de la cristalería

Esterilice a 121°C y 20 psi, los frascos necesarios para la cantidad de muestra que se va a recolectar. Los frascos pueden ser esterilizados junto con las cajas de Petrí.

J. Recolección e identificación de las muestras

- a. Deje purgar el líquido de la fuente alrededor de 3 minutos.
- b. Destape el frasco esterilizado e inmediatamente recoger la muestra.
- c. Tape rápidamente. Recolecte por lo menos 200 ml de muestra y no toque la boca del frasco. Esta muestra se recolecta de las válvulas de la llenadora
- d. Rotule cada frasco con la fecha de recolección y el nombre de la fuente de recolección.
- e. Las muestras deberán recolectarse el mismo día que serán analizadas, si esta condición no fuera posible deberán guardarse en refrigeración a una temperatura menor de 15 °C previo a su análisis.
- f. La muestra debe conservarse tapada hasta que se realice la siembra.

K. Desinfección del área de análisis

Desinfecte el área del mueble en donde se va a trabajar la cual debe ser una superficie lisa libre de poros. El área puede desinfectarse utilizando alcohol a 70° G.L. o bien cloro comercial

L. Filtración y cultivo de muestras

- a. Utilice mascarilla y guantes estériles.
- b. Esterilice el equipo de filtración flameando el embudo, el vaso y la pinza limpiando con una solución alcohólica
- c. Coloque el equipo de filtración y vierta 100 ml de muestra, teniendo el mechero encendido a unos 10 cm de distancia. Utilice una bomba de vacío para hacer pasar la muestra por el equipo.
- d. Esterilice nuevamente el equipo.
- e. Coloque una membrana de 0,45 micras en el equipo de filtración y vierta nuevamente 100 ml de la muestra.
- f. Con una pinza estéril retire la membrana y colóquela dentro de una caja con el medio de cultivo deseado (Chromocult, para E. Coli, Coliformes, recuento total, Shigella, Salmonella, Yersenia, Plate Count para recuento total).
- g. Tape la caja y rotule con el nombre de la fuente, fecha y hora de sembrado.
- h. Coloque las cajas en la incubadora a 37°C y deje reposar por 24 horas para Chromocult y 48 horas para Plate Count.
- i. Si la muestra a analizar se encuentra muy contaminada, se pueden hacer diluciones con agua estéril para sembrar 100ml. (debe de tomarse en cuenta el factor de dilución).

M. Conteo de colonias

- a. Transcurrido el tiempo de incubación, realice el recuento de todas las colonias que se formaron en la membrana, cada punto en la membrana indica una UFC (unidad formadora de colonias).
- b. Si se utilizó medio Chromocult, las colonias de color rosado y morado indican Coliformes, las colonias moradas indican E. Coli (para confirmar E. Coli se agrega una gota de reactivo de Kóvacz y debe tornarse a un color rojo cereza), las colonias beige indican recuento total, las colonias color turquesa indican la posible presencia de Shigella, Salmonella o Yersenia.
- c. Si se utilizó medio Plate Count, las colonias beige indican recuento total.

N. Método ausencia-presencia para Escherichia Coli:

- a. En un frasco estéril con 100 ml de muestra verter un sobre de *Ready Cult* y agite hasta disolver.
- b. Rotule el frasco
- c. Incube durante 24 horas a una temperatura de 37°C.
- d. Conteo de colonias: Si el agua del frasco presenta turbidez, esto indica presencia de recuento total. Si el agua del frasco se tornó de color azul verde, esto indica presencia de coliformes y si al exponer el agua a luz ultravioleta hay fluorescencia y si al agregar reactivo de Kovacs se forma un halo rojo cereza, esto indica presencia de E. Coli.

3.2. Recopilación de información y datos

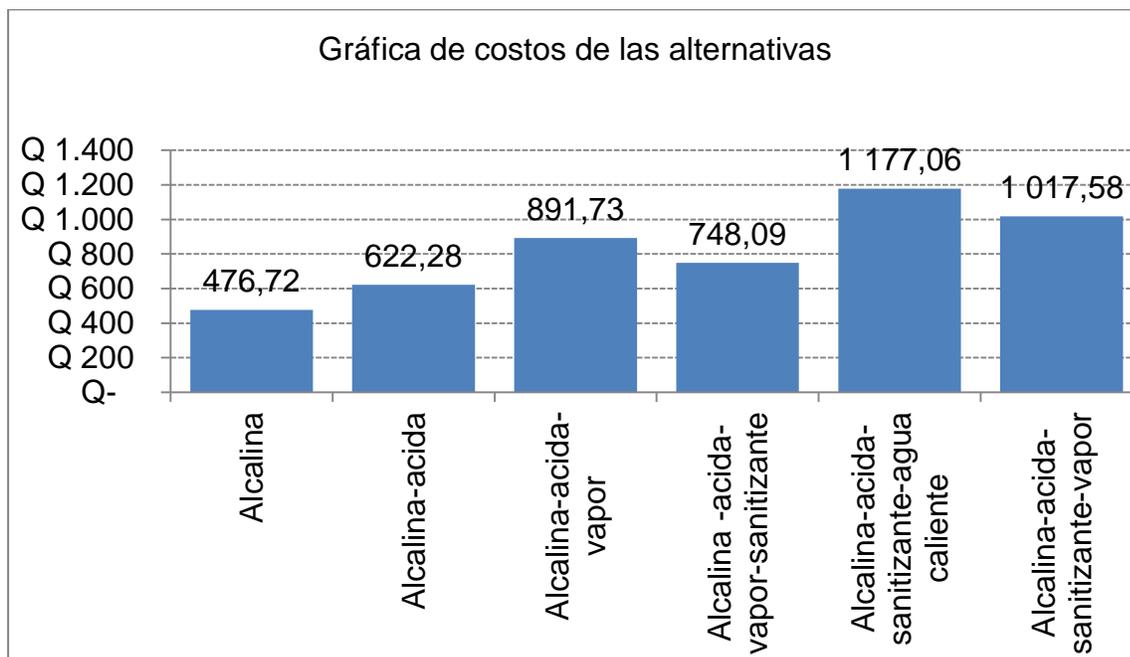
La técnica empleada para recopilación de la información fue por medio de una hoja de observación, los datos recopilados se tabularon y se ordenaron de

acuerdo al orden de las actividades, de acuerdo a los datos recopilados se emplearon las siguientes técnicas de presentación:

3.2.1. Análisis gráfico

A continuación se muestra un gráfico con los costos de cada alternativa realizada

Figura 8. Gráfica de costos de las alternativas



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la anterior gráfica, la prueba con alcalino es la más económica para llevar a cabo un procedimiento de limpieza CIP, equivalente a Q. 476,72, y en segunda alternativa económica se puede observar que es el procedimiento alcalina-ácida equivale a Q. 622,28, y la

propuesta más elevada es el procedimiento “alcalina - ácida – sanitizante – agua caliente” equivalente a Q 1 177,06 por aplicación.

3.2.2. Análisis de costos de alternativas de sanitización

El desglose de los costos de cada alternativa se muestra a continuación:

Tabla VIII. Costos de sanitización

Costo Unitario	Unidad	Alcalina	Alcalina-Acida	Alcalina-Acida-Vapor
HC 327 Alcalino	Gal.	Q. 97,75	Q. 97,75	Q. 97,75
Alox Ultra Sanitizante	Gal.	Q. 137,69	Q. 137,69	Q. 137,69
Stone Out Acido	Gal.	Q. 106,10	Q. 106,10	Q. 106,10
Litro Agua Suave	Lts.	Q. 0,10	Q. 0,10	Q. 0,10
Libra de Vapor	Lbs			Q. 6,00
Litro de Agua Caliente	Lts			
Factor de Conversion Galones a Litros		3,785	3,785	3,785
Mano de obra				
Operador llenadora	Horas	2	3	4
Analista Laboratorio	Horas	2	3	4
Costo de materiales				
1 Galon HC327	Lts.	Q. 97,75	Q. 97,75	Q. 97,75
1 Litro Sanitizante	Lts.			
2 Litros Acido	Lts.		Q. 56,07	Q. 56,07
2 000 Litros agua	Lts.	Q. 200,00	Q. 200,00	Q. 200,00
30 libras de vapor	Lbs			Q. 180,00
1 000 litros agua caliente	Lts.			
Costo Mano de Obra				
Operador llenadora	Q. 25,00 /hora	Q. 50,00	Q. 75,00	Q. 100,00
Analista Laboratorio	Q. 37,50 /hora	Q. 75,00	Q. 112,50	Q. 150,00
Prestaciones				
Aguinaldo	8,33%	Q. 10,42	Q. 15,63	Q. 20,83
Bono 14	8,33%	Q. 10,42	Q. 15,63	Q. 20,83
IGSS patronal	12,67%	Q. 15,84	Q. 23,76	Q. 31,68
Vacaciones	4,11%	Q. 5,14	Q. 7,71	Q. 10,27
Indemnizacion	9,72%	Q. 12,15	Q. 18,23	Q. 24,30
TOTAL		Q. 476,72	Q. 622,28	Q. 891,73

Continuación de la tabla VII.

Costo Unitario	Unidad	Alcalina- Acida- Sanitizante	Alcalina-Acida- Sanitizante- Agua Caliente	Alcalina-Acida- Sanitizante- Vapor
HC 327 Alcalino	Gal.	Q. 97,75	Q. 97,75	Q. 97,75
Alox Ultra Sanitizante	Gal.	Q. 137,69	Q. 137,69	Q. 137,69
Stone Out Acido	Gal.	Q. 106,10	Q. 106,10	Q. 106,10
Litro Agua Suave	Lts.	Q. 0,10	Q. 0,10	Q. 0,10
Libra de Vapor	Lbs			Q. 6,00
Litro de Agua Caliente	Lts		Q. 0,25	
Factor de Conversion Galones a Litros		3,785	3,785	3,785
Mano de obra				
Operador llenadora	Horas	4	6	5
Analista Laboratorio	Horas	4	6	5
Costo de materiales				
1 Galon HC327	Lts.	Q. 97,75	Q. 97,75	Q. 97,75
1 Litro Sanitizante	Lts.	Q. 36,37	Q. 36,37	Q. 36,37
2 Litros Acido	Lts.	Q. 56,06	Q. 56,07	Q. 56,07
2 000 Litros agua	Lts.	Q. 200,00	Q. 200,00	Q. 200,00
30 libras de vapor	Lbs			Q. 180,00
1 000 litros agua caliente	Lts.		Q. 250,00	
Costo Mano de Obra				
Operador llenadora	Q. 25,00 /hora	Q. 100,00	Q. 150,00	Q. 125,00
Analista Laboratorio	Q. 37,50 /hora	Q. 150,00	Q. 225,00	Q. 187,50
Prestaciones				
Aguinaldo	8,33%	Q. 20,83	Q. 31,25	Q. 26,04
Bono 14	8,33%	Q. 20,83	Q. 31,25	Q. 26,04
IGSS patronal	12,67%	Q. 31,68	Q. 47,51	Q. 39,59
Vacaciones	4,11%	Q. 10,27	Q. 15,41	Q. 12,84
Indemnizacion	9,72%	Q. 24,30	Q. 36,45	Q. 30,38
TOTAL		Q. 748,09	Q.1 177,06	Q.1 017,58

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse la prueba Alcalina tiene un costo de Q.476,72 y la prueba Alcalina-Acida cuesta Q. 622,28, estas dos pruebas son las más económicas entre todas las alternativas. La prueba con mayor costo es la Alcalina-Acida-Sanitizante-Agua Caliente, con un costo equivalente a Q. 1 177,06.

3.2.3. Costo de mano de obra

Los costos de mano de obra necesarios por el operador de llenadora se describen a continuación, asumiendo un sueldo mensual de Q. 4 000,00.

Tabla IX. **Costos de mano de obra operador de llenadora**

Costo Unitario	Unidad	Alcalina	Alcalina-Acida	Alcalina-Acida-Vapor
Mano de obra				
Operador llenadora	Horas	2	3	4
Costo Mano de Obra				
Operador llenadora	Q. 25,00 /hora	Q. 50,00	Q. 75,00	Q. 100,00
Prestaciones				
Aguinaldo	8,33%	Q. 4,17	Q. 6,25	Q. 8,33
Bono 14	8,33%	Q. 4,17	Q. 6,25	Q. 8,33
IGSS patronal	12,67%	Q. 6,34	Q. 9,50	Q. 12,67
Vacaciones	4,11%	Q. 2,05	Q. 3,08	Q. 4,11
Indemnización	9,72%	Q. 4,86	Q. 7,29	Q. 9,72
	TOTAL	Q. 71,58	Q. 107,37	Q. 143,17
Costo Unitario	Unidad	Alcalina-Acida-Sanitizante	Alcalina-Acida-Sanitizante-Agua Caliente	Alcalina-Acida-Sanitizante-Vapor
Mano de obra				
Operador llenadora	Horas	4	6	5
Costo Mano de Obra				
Operador llenadora	Q. 25,00 /hora	Q. 100,00	Q. 150,00	Q. 125,00
Prestaciones				
Aguinaldo	8,33%	Q. 8,33	Q. 12,50	Q. 10,42
Bono 14	8,33%	Q. 8,33	Q. 12,50	Q. 10,42
IGSS patronal	12,67%	Q. 12,67	Q. 19,01	Q. 15,84
Vacaciones	4,11%	Q. 4,11	Q. 6,16	Q. 5,14
Indemnización	9,72%	Q. 9,72	Q. 14,58	Q. 12,15
	TOTAL	Q. 143,17	Q. 214,75	Q. 178,96

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse la prueba alcalina es la más económica en cuanto a mano de obra del operador de llenadora se refiere con un costo de Q. 71,58

3.2.4. Costo de análisis de laboratorio

Los costos de mano de obra necesarios por el analista de laboratorio se describen a continuación, asumiendo un sueldo mensual de Q. 6 000,00.

Tabla X. Costos de mano de obra analista laboratorio

Costo Unitario	Unidad	Alcalina	Alcalina-Acida	Alcalina-Acida-Vapor
Mano de obra				
Operador llenadora	Horas	2	3	4
Costo Mano de Obra				
Analista Laboratorio	Q. 37,50 /hora	Q. 75,00	Q. 112,50	Q. 150,00
Prestaciones				
Aguinaldo	8,33%	Q. 6,25	Q. 9,38	Q. 12,50
Bono 14	8,33%	Q. 6,25	Q. 9,38	Q. 12,50
IGSS patronal	12,67%	Q. 9,50	Q. 14,25	Q. 19,01
Vacaciones	4,11%	Q. 3,08	Q. 4,62	Q. 6,16
Indemnización	9,72%	Q. 7,29	Q. 10,94	Q. 14,58
	TOTAL	Q. 107,37	Q. 161,06	Q. 214,75
Costo Unitario	Unidad	Alcalina-Acida-Sanitizante	Alcalina-Acida-Sanitizante-Agua Caliente	Alcalina-Acida-Sanitizante-Vapor
Mano de obra				
Operador llenadora	Horas	4	6	5
Costo Mano de Obra				
Operador llenadora	Q. 37,50 /hora	Q. 150,00	Q. 225,00	Q. 187,50
Prestaciones				
Aguinaldo	8,33%	Q. 12,50	Q. 18,75	Q. 15,63
Bono 14	8,33%	Q. 12,50	Q. 18,75	Q. 15,63
IGSS patronal	12,67%	Q. 19,01	Q. 28,51	Q. 23,76
Vacaciones	4,11%	Q. 6,16	Q. 9,25	Q. 7,71
Indemnización	9,72%	Q. 14,58	Q. 21,87	Q. 18,23
	TOTAL	Q. 214,75	Q. 322,12	Q. 268,44

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse la prueba alcalina es la más económica en cuanto a mano de obra del analista de laboratorio se refiere con un costo de Q. 107,37.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Propuesta de la alternativa más rentable

La propuesta abarca el procedimiento de sanitización, la frecuencia establecida y los registros a llenar para su respectivo control.

4.1.1. Procedimiento sanitización en cada máquina llenadora

De acuerdo a la información obtenida por diversas alternativas analizadas, se recomienda emplear el procedimiento de lavado CIP con alcalina es la opción más económica de las opciones analizadas, ya que se han obtenido resultados positivos en el área del tanque de abastecimiento, bomba y a la tubería, a continuación se describe el procedimiento en mención.

A. Formato del encabezado del procedimiento

Tabla XI. Encabezado del procedimiento

Logo de la empresa	Procedimiento sanitización para el lavado CIP	Código del procedimiento: PO-LABORATORIO-001
		Versión No. : 0001
Área Industrial		Página No. 1 de X

Fuente: elaboración propia.

B. Propósito del procedimiento

Establecer los lineamientos necesarios para la realización de las actividades de lavado CIP; así como asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad relativas a la materia.

C. Alcance

Este procedimiento debe ser observada en el Área Industrial.

D. Distribución

Este documento se debe distribuir de la siguiente forma:

Original: Archivo General de documentos y gestión de calidad

Copias: Gerente del área Industrial, jefes y subjefes de departamento.

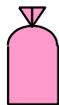
E. Responsabilidades

Es responsabilidad de la Gerencia del Área Industrial velar por el cumplimiento de este procedimiento y de su comunicación a todo nivel.

F. Desarrollo

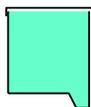
A. Previo a la operación de lavado

- a. Avisar al personal de Fabricación de la fecha y hora de lavado.
- b. “Preparar materiales y equipo a utilizar: producto alcalino “HC 327”¹⁹



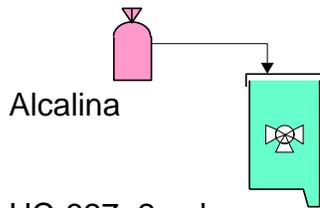
HC 327

- c. Lavar el tanque auxiliar con agua suave.



¹⁹ Alkemy. www.alkemy.com. Consulta: 1 de junio 2012.

- d. El área de fabricación prepara la solución alcalina HC 327 (alkemy) al 2%, vertiendo 2 galones del producto alcalino en 400 litros de agua suave.

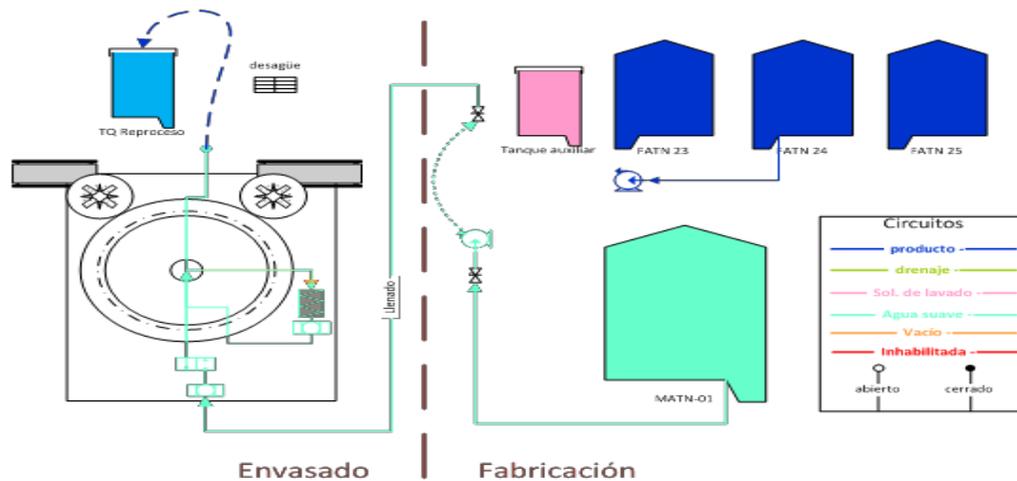


HC 327: 2 gal

Agua suave: 400 L

- B. Preparación de la máquina y utensilios
- a. Vaciar el licor de la llenadora, tubería y tanque de llenadora, en un tanque de reproceso.
- C. Limpieza de la máquina y utensilios
- a. Actividades para el vaciado del licor
- b. Fabricación introduce agua suave a presión por todo el circuito para expulsar el licor. El licor se recupera en un tanque de reproceso.

Figura 9. Limpieza de la máquina y utensilios

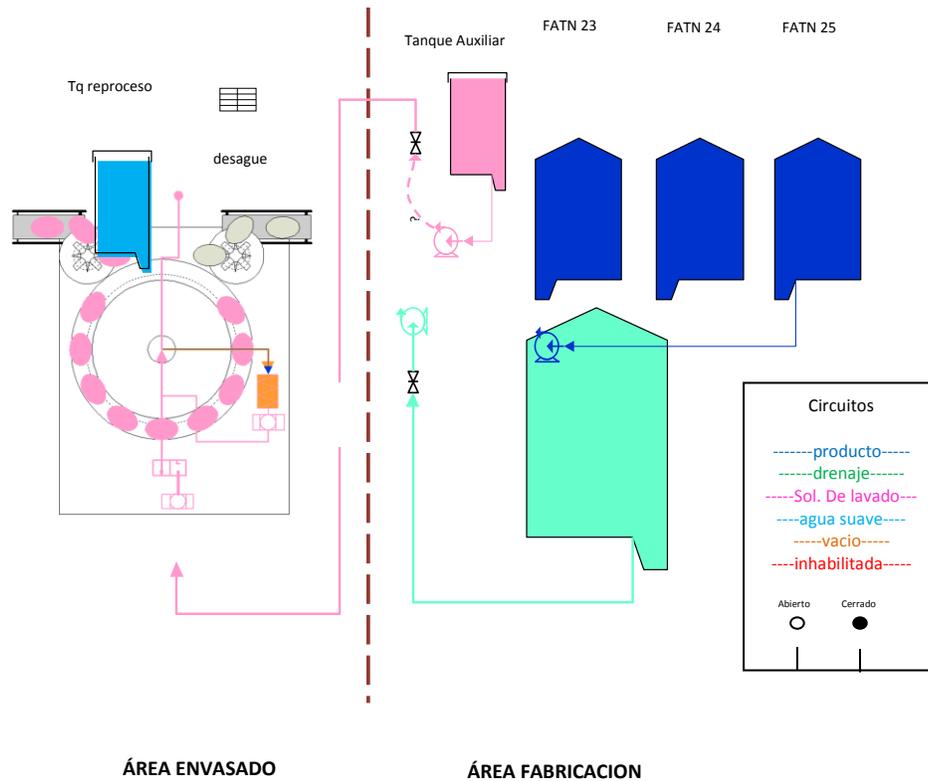


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

- D. Limpieza alcalina con producto HC 327
 - a. Desde el área de fabricación se envía la solución HC 327 al 2% y al llenarse el circuito tubería- tanque de llenadora y se cierran las llaves de drenaje. El agua contenida anteriormente en el circuito, se procede a tirarlo al sistema de drenaje.

- E. Limpieza de conducto de llenado
 - a. Se realiza la operación de llenado para 36 envases, utilizando la solución alcalina que se encuentra en el tanque de llenadora. Se deja reposar la solución durante 20 a 30 minutos.

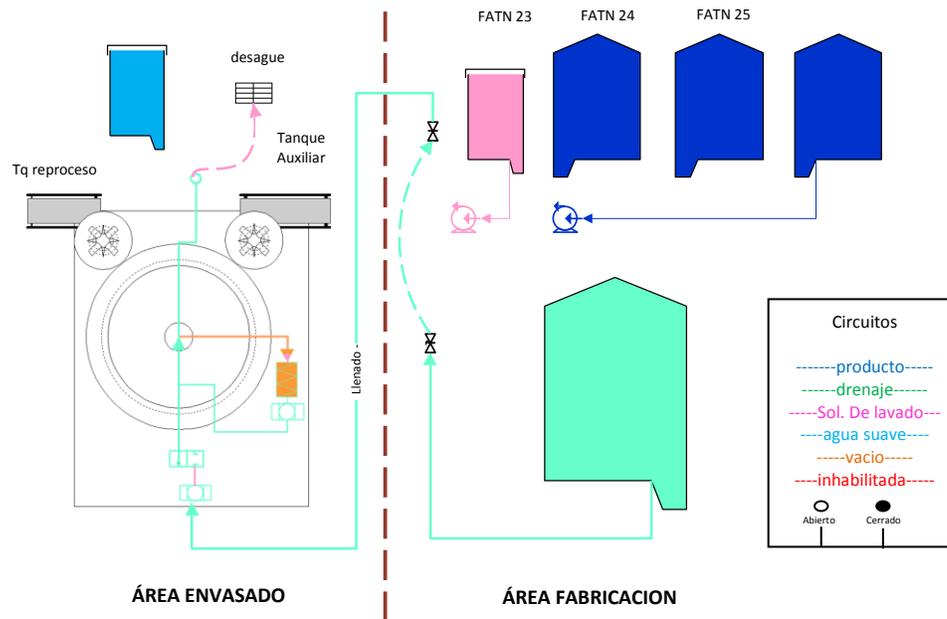
Figura 10. Limpieza en el área de envasado



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

- F. Drenado de la solución alcalina contenida en el tanque de llenadora y conductos
 - a. Se introduce agua suave al tanque de llenadora y los conductos de llenado. La solución alcalina que es desplazada, debe tirarse al drenaje.

Figura 11. Limpieza en el área de llenadora y conductos

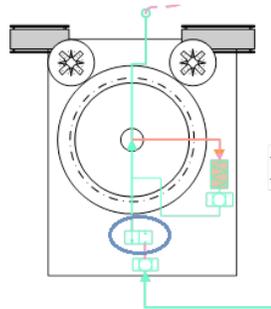


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

G. Cambio de posición de las válvulas de aire

- a. Se cierra la llave de paso de aire comprimido, se cambian las mangueras de la válvula de aire, y se abre nuevamente la llave de paso de aire comprimido.

Figura 12. **Cambio de posición de las válvulas de aire**

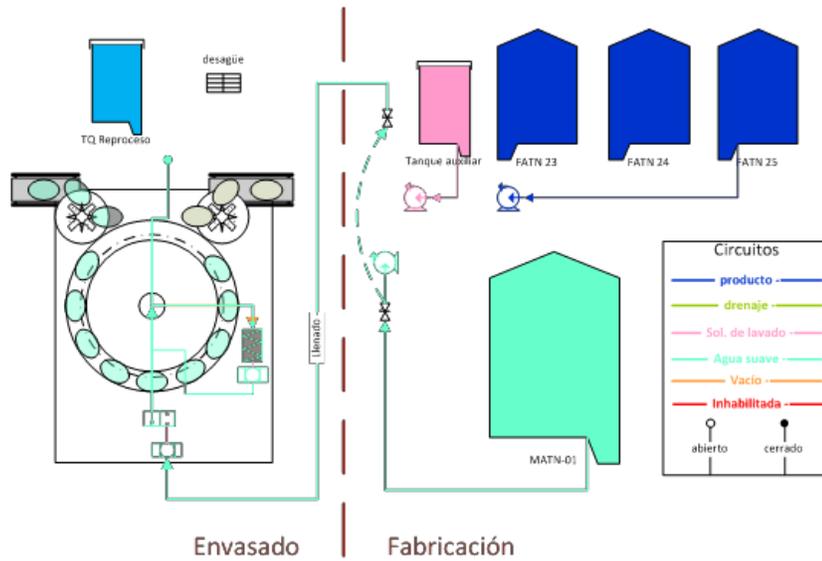


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

H. Limpieza de conductos de llenado

- a. Se realiza el llenado de envases, con el agua suave contenida en el tanque de llenadora. Se deben pasar cuantos envases sean necesarios hasta que al agregar fenolftaleína a el agua, ésta no de ningún tipo de coloración, violeta o rosada. Se debe lavar también, la parte exterior de la llenadora utilizando agua suave para evitar posibles arrastres de producto alcalino.

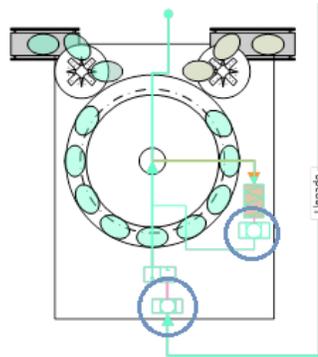
Figura 13. Cambio de posición de las válvulas de aire



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

- I. Verificación de rastros de alcalino
 - a. El laboratorio verifica si la máquina está libre de rastros de producto alcalino.
- J. Puesta en marcha
 - a. Cambio de filtros (se reemplazan los antiguos por unos nuevos)

Figura 14. **Puesta en marcha del equipo**

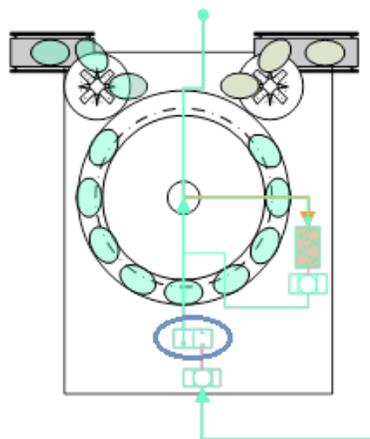


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

K. Restaurar a posición original las válvulas de aire

- a. Se debe cerrar la llave de paso de aire comprimido, se regresan las mangueras a su posición inicial, y se abre nuevamente la llave de paso de aire.

Figura 15. **Restauración de las válvulas de aire**

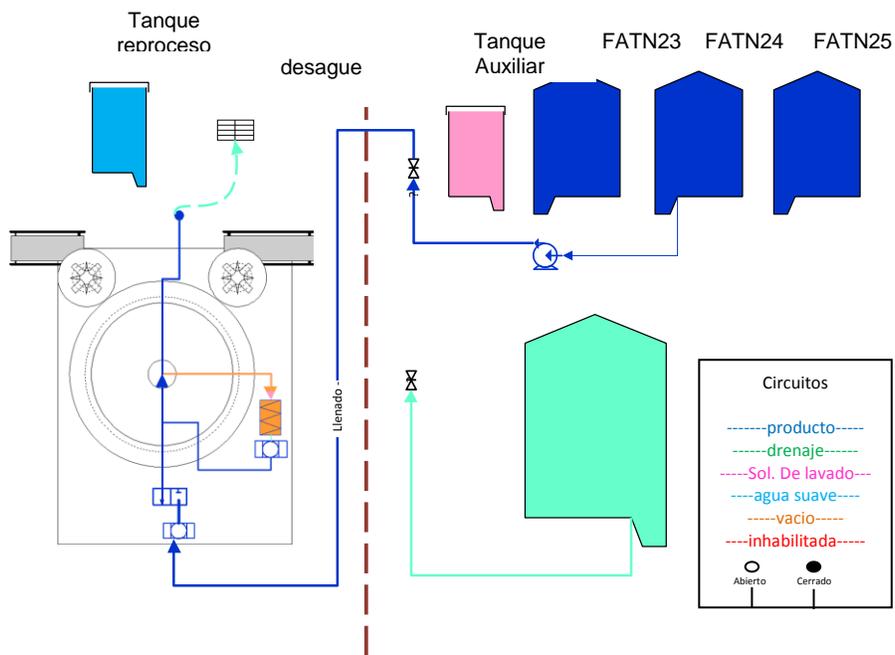


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

L. Drenado de agua del sistema

- a. Fabricación envía licor al circuito de llenado completo, el cual desplaza el agua. El agua debe ser tirada al drenaje y cuando el circuito solamente contenga licor, se deja de drenar.

Figura 16. Drenado de agua del sistema

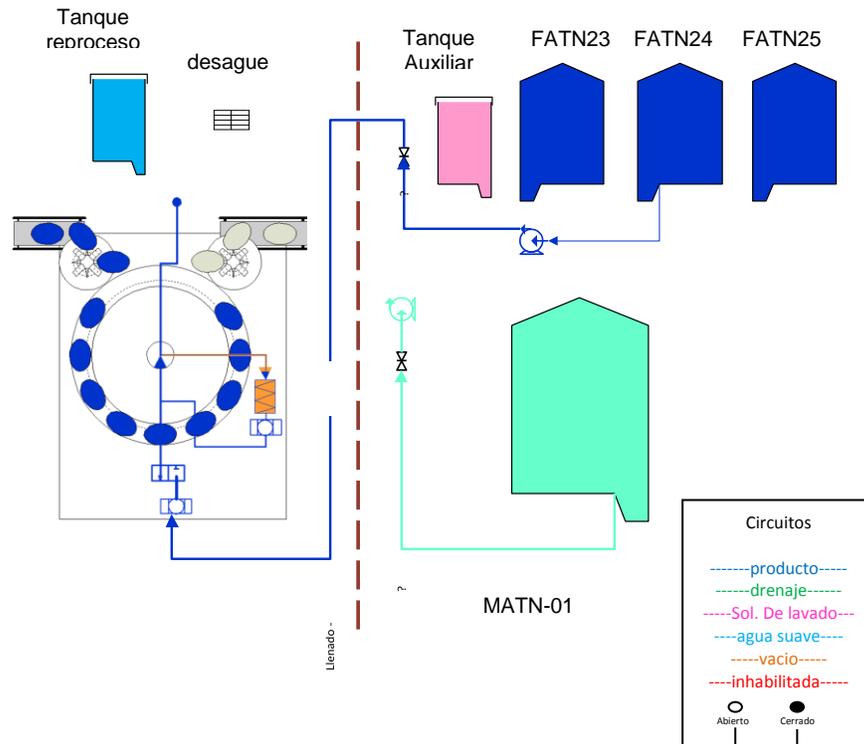


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

M. Antes de iniciar el llenado

- a. Verificar el grado de alcohol y color del producto, vaciar pitones de la llenadora si es necesario, hasta que el grado y color del producto se encuentre dentro de las especificaciones para el envasado.

Figura 17. Inicio del llenado



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.1.2. Frecuencia

La frecuencia establecida para cada limpieza CIP se recomienda que sea semanalmente siempre que se envasen licores claros, e inmediatamente cuando se envase whisky.

4.1.3. Registros

Los registros son necesarios para garantizar el cumplimiento de las actividades establecidas

Tabla XII. **Registro de modificaciones al procedimiento**

Fecha	Versión No.	Descripción de la modificación al procedimiento

Fuente: elaboración propia.

4.2. Seguridad industrial

El personal de seguridad debe vigilar las entradas y logística del producto, el personal de bodegas debe controlar el almacenamiento y el personal operativo debe está capacitado en la manipulación de productos químicos antes de su aplicación y dar reporte sobre el incumplimiento de forma inmediata al jefe de producción para que se haga valer las normas de seguridad.

4.2.1. Manipulación de productos químicos

Hay que tomar en cuenta que los productos químicos deben ser manipulados y conservados conforme a los lineamientos del fabricante, también las empresas proveedoras que hacen llegar el producto, el minorista, el distribuidor o el consumidor mismo, en todos estos casos anteriores existe la posibilidad de un deficiente almacenamiento que podría comprometer la seguridad de las personas que los manipulan.

4.2.2. Hojas de seguridad de cada producto químico

Las hojas de datos de seguridad (HDS), son documentos escritos en idioma español que detalla la información sobre las condiciones de seguridad e higiene necesarias para seguridad de cada producto químico, que sirven como base para programas escritos de comunicación de peligros y riesgos en el centro de trabajo. El formato puede variar de una empresa proveedora a otra, sin embargo debe contener como mínimo la información indicada como a continuación se describe:

- A. Título: hoja de datos de seguridad. HDS y el nombre de la sustancia. En todas las páginas de la HDS debe aparecer, arriba a la derecha, el nombre de la sustancia.
- B. Datos generales de las HDS
 - a. Fecha de elaboración
 - b. Fecha de actualización
 - c. Nombre o razón social de quien elabora la HDS
- C. Datos de la sustancia química peligrosa, que contempla al menos
 - a. Nombre químico o código
 - b. Nombre comercial

- c. Familia química
- d. Sinónimos
- e. Otros datos relevantes
- D. Identificación de la sustancia química peligrosa
 - a. Identificación: a) No. CAS b) No. ONU
- E. Clasificación de los grados de riesgo
 - a. A la salud
 - b. De inflamabilidad
 - c. De reactividad
 - d. Especial
- F. De los componentes riesgosos
 - a. Nombre y porcentaje de los componentes riesgosos,
 - b. Incluyendo su identificación
 - c. La clasificación de los grados de riesgo

4.2.2.1. Alcalinos

La hoja de seguridad para productos alcalinos es la siguiente:

Tabla XIII. **Alcalinos**

Condiciones de ventilación	Ambiental
Equipo de protección respiratoria	Utilizar mascarilla de protección
Equipo de protección ocular	Utilizar lentes de protección
Equipo de protección dérmica	Utilizar guantes de hule
Otras recomendaciones	Utilizar uniforme de trabajo diario que incluya manga larga y zapatos cerrados

Continuación de la tabla XIII.

Manipulación del producto	Manipule con cuidado, evitar derrames y salpicaduras
Procedimiento por derrame o fuga	Detener fuga si es posible hacerlo sin riesgo. Absorber químico derramado con material inerte y no combustible y lavar área de derrame con un compuesto ácido para neutralizar. Seguir procedimiento de descarte para producto de agua de lavado.
Método para disposición final	Neutralizar con una solución ácida y luego someter a tratamientos normales de aguas residuales que incluyan floculación, oxidación y degradación biológica.

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2. Ácidos

La hoja de seguridad para productos ácidos es la siguiente:

Tabla XIV. **Ácidos**

Condiciones de ventilación	Ambiental
Equipo de protección respiratoria	No necesario
Equipo de protección ocular	Utilizar lentes de protección
Equipo de protección dérmica	Utilizar guantes de hule
Otras recomendaciones	Utilizar uniforme de trabajo diario que incluya manga larga y zapatos cerrados
Manipulación del producto	Manipule con cuidado, evitar derrames y salpicaduras
Procedimiento por derrame o fuga	Lavar con un compuesto alcalino diluido y agua.

Continuación de la tabla XIV.

Método para disposición final	Neutralizar y precipitar fosfatos con sales de calcio. El sobrenadante someter a procesos de oxidación y degradación biológica, el precipitado descartar como sólido.
-------------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.3. Sanitizantes

La hoja de seguridad para productos sanitizantes es la siguiente:

Tabla XV. Sanitizantes

Condiciones de ventilación	Cuando aplique deberá ser un área bien ventilada
Equipo de protección respiratoria	Utilizar mascarilla de protección.
Equipo de protección ocular	Utilizar lentes de protección.
Equipo de protección dérmica	Utilizar guantes de hule.
Otras recomendaciones	Utilizar uniforme de trabajo diario que incluya manga larga y zapatos cerrados
Manipulación del producto	Manipule con cuidado, evitar derrames y salpicaduras, manipular en áreas bien ventiladas o con sistemas de extracción. Evitar contacto con piel y mucosas.
Procedimiento por derrame o fuga	Lavar con un compuesto alcalino y agua. Utilizar equipo de protección respiratoria, dérmica y ocular. Evitar contacto de producto con piel y mucosas.
Método para disposición final	Neutralizar y someter a procesos de oxidación y degradación biológica a las diluciones de uso.

Fuente: elaboración propia.

4.3. Análisis de los riesgos

Dentro de las operaciones con manejos de productos químicos pueden tenerse diferentes tipos de riesgos.

4.3.1. Químicos

El riesgo químico es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos, la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas, según la naturaleza del producto y la vía de exposición. En muchos países, los productos químicos son literalmente tirados a la naturaleza, a menudo con graves consecuencias para los seres humanos y el medio natural. Según de qué producto se trate, las consecuencias pueden ser graves problemas de salud en los trabajadores y la comunidad y daños permanentes en el medio natural. Hoy en día, casi todos los trabajadores están expuestos a algún tipo de riesgo químico, porque se utilizan productos químicos en casi todas las ramas de la industria. De hecho, los riesgos químicos son los más graves.

4.3.1.1. Ácidos

Los productos químicos que son ácidos (pH menor a 7), pueden causar daños a la salud de las personas que los manipulan si no se utiliza el equipo de protección adecuado.

El análisis de los riesgos a los que está expuesto el operador durante el proceso de lavado CIP, al tener contacto con productos ácidos, se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla XVI. **Efectos a la exposición con ácidos**

Ubicación	Efectos a la exposición
Contacto con ojos	Puede ser corrosivo e irritante. El contacto directo puede causar daño irreversible a los ojos, incluyendo ceguera o destrucción de tejido
Contacto con la piel	Puede ser corrosivo e irritante de la piel. Puede causar quemaduras y destrucción irreversible a tejidos si el contacto es directo
Absorción por la piel	No se reportan datos.
Inhalación	Irritación de la nariz, garganta y pulmones.
Ingestión	Quemaduras e irritación severa de las mucosas gástricas y tracto digestivo
Carcinogenicidad	No
Mutagenicidad	No
Teratogenicidad	No
Neurotoxicidad	No
Sistema reproductor	No
Otros	No

Fuente: elaboración propia, con información de hojas de seguridad de ácidos.

4.3.1.2 Alcalinos

Los productos químicos que son alcalinos (pH mayor a 7), pueden causar daños a la salud de las personas que los manipulan si no se utiliza el equipo de protección adecuado.

El análisis de los riesgos a los que está expuesto el operador durante el proceso de lavado CIP, al tener contacto con productos alcalinos, se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla XVII. **Efectos a la exposición con alcalinos**

Ubicación	Efectos a la exposición
Contacto con ojos	Puede causar irritación o quemaduras al tejido ocular
Contacto con la piel	Puede causar desde irritación y resequedad, hasta quemaduras
Absorción por la piel	No se reportan datos.
Inhalación	Irritación de garganta o quemaduras del tracto respiratorio
Ingestión	Quemaduras e irritación de las mucosas gástricas
Carcinogenicidad	No
Mutagenicidad	No
Teratogenicidad	No
Neurotoxicidad	No
Sistema reproductor	No
Otros	No

Fuente: elaboración propia, con información de hojas de seguridad de alcalinos.

4.3.2. Biológicos

El riesgo biológico o biorriesgo (llamado *biohazard* en inglés) consiste en la presencia de un organismo, o la sustancia derivada de un organismo, que plantea, sobre todo, una amenaza a la salud humana.

Esto puede incluir los residuos sanitarios, muestras de un microorganismo, virus o toxina de una fuente biológica que puede resultar patógena. Puede también incluir las sustancias dañinas a los animales . El término y su símbolo asociado se utilizan generalmente como advertencia, de modo que esas personas potencialmente expuestas a las sustancias lo sepan para tomar precauciones. Hay también un *biohazard* HCS/WHMIS insignia que utiliza el mismo símbolo.

4.3.3. Físicos

El riesgo físico depende del área donde se labore, usualmente es más fácil sufrir un accidente en áreas con pisos mojados y desordenadas. El riesgo físico puede suceder por malas prácticas realizadas durante la operación de limpieza: escaleras en mal estado, obviar uso de arnés y casco.

4.4. Equipos de protección personal

El equipo de protección son los implementos necesarios para garantizar que las personas no sufran accidentes durante la realización del trabajo, el uso de estos debe ser obligatorio, pues el no utilizarlos es peligroso para la persona.

4.4.1. Mascarillas para vapores

Las mascarillas se emplean como método preventivo para el control de infecciones, que ayudan a reducir la exposición a partículas potencialmente infecciosas. En el mercado existen varios tipos de mascarillas entre las cuales se puede mencionar:

- a. “Mascarilla moldeada de triple capa: según la empresa 3m”²⁰ está mascarilla moldeada es la más avanzada en el mercado.
- b. Diseño único de triple capa que incluye una capa externa resistente a fluidos, una capa media de microfibra que atrapa las partículas suspendidas en el aire y una capa interna suave y absorbente que detiene la humedad.
- c. Esta mascarilla le ofrece 99 % eficiencia de filtración bacteriana (5 micrones) lo que ayuda a reducir al paciente la contaminación causada por microorganismos exhalados.

4.4.2. Guantes para químicos

“Empresa Mapa es líder en la producción de guantes industriales, entre los que se puede mencionar: el Modelo *SuperLite* 398, entre sus principales usos se puede mencionar: fabricación de materiales eléctricos (pilas y lámparas); mecánica de precisión; ensamble de piezas; trabajos de lijado; armado de tableros (automotriz y en general); conducción de auto-elevadores;

²⁰ Empresa 3M. http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_GT/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/control-de-infecciones/mascarilla/. Consulta: 1 de junio 2012.

mantenimiento industrial.”²¹

4.4.3. Trajes para PVC

La empresa 3M líder en la producción de trajes de seguridad, sus trajes son diseñados para las demandas del lugar de trabajo industrial, polvo dañino, salpicaduras de líquido poco viscoso y contaminantes biológicos son apenas algunos de los peligros en el lugar de trabajo industrial actual. La línea de 3M de trajes desechables de alta calidad protege de riesgos a los trabajadores, elaborados con alta calidad y confiabilidad que ayudan a los trabajadores a moverse sin restricciones y a realizar los trabajos con eficiencia.

Entre sus principales características se puede mencionar:

- a. Los trajes de protección no deben contener componentes hechos de látex de caucho natural o de silicona con el fin de evitar quemaduras.
- b. Deben ser elaboradas con material adicional en brazos y piernas para mejorar la movilidad.
- c. Deben de contener cremalleras de doble sentido para una mayor conveniencia al ponerlos y quitarlos.
- d. Sus solapas protectoras deben brindar protección adicional.
- e. Deben estar disponibles en varios tamaños: desde M a 4XL
- f. Los hombros y los puños sin costuras proporcionan menos puntos de entrada de contaminantes y una comodidad mejorada.

²¹ Empresa Mapa. <http://www.seguridadglobalnet.com.ar/detalle.asp?Id=1572&catSel=120>.

Consulta: 1 de junio 2012.

4.4.4. Lentes plásticos de seguridad

La empresa 3M líder en la producción de lentes de seguridad, proporciona una serie de productos idóneos para seguridad operacional, el producto se puede emplear en el caso de aplicaciones químicas, se puede mencionar el Modelo Antiparra 2 890, entre sus principales características se puede mencionar: elaborado de policarbonato, es de uso general para agentes químicos, excelente campo de visión por su diseño envolvente, con tratamiento antirraya y antiempañó, banda de sujeción ajustable y adaptable, protección frente a gotas de líquidos, gases, vapores y partículas de polvo finas, ventilación indirecta, compatible con semimáscaras y respiradores, compatibles con la mayoría de anteojos graduados del propio usuario, el policarbonato recambiable.

Figura 18. Lentes de seguridad modelo Antiparra 2890

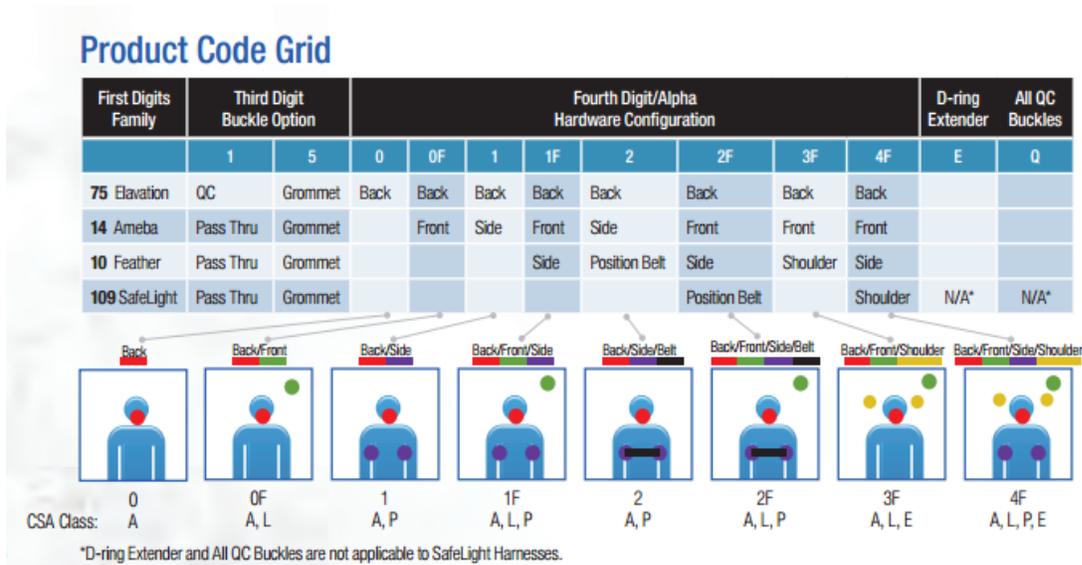


Fuente: modelo Antiparra 2890. www.3m.com. Consulta: 2 de junio 2012.

4.4.5. Arnés de seguridad

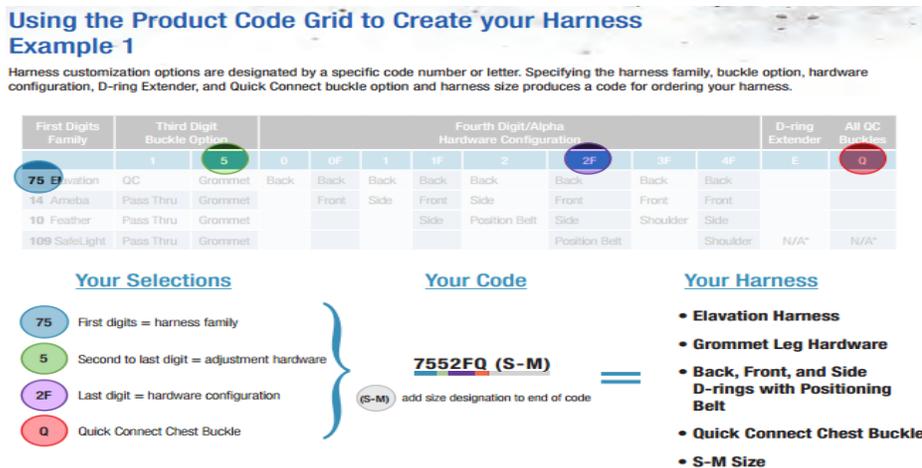
La elección del arnés de seguridad es un elemento primordial para los procedimientos de limpieza CIP, la empresa 3M provee una guía para elección del arnés de seguridad que deberá considerarse los siguientes aspectos:

Figura 19. **Product Code Grid**



Fuente: 3m. <http://multimedia.3m.com>. Consulta: el 1 de junio 2012.

Figura 20. **Selección de arnés industrial**



Fuente: 3m. <http://multimedia.3m.com>. Consulta: el 1 de junio 2012.

4.4.6. Botas de hule

“Entre las empresas líderes en la producción de botas de seguridad resistentes a los ácidos concentrados se puede mencionar a la empresa Viton SA boots”²², la bota de seguridad que fabrican incluye las siguientes características: fabricadas de polímero puntera, compuesto anti-perforación media suela, altura exterior de tamaño 8: 370 mm, peso para la talla 8: 3 200g / par, elastómero: Viton, DuPont Performance elastómero. Sus productos resisten a productos químicos corrosivos, particularmente a los ácidos concentrados y calientes, combustibles y solventes.

4.5. Costos de equipos de seguridad

Los costos de los equipos dependen en medida principal de la calidad de los mismos, a continuación se colocan los costos promedio en base a cotizaciones realizadas:

Tabla XVIII. Costos de equipo de seguridad

Mascarillas	Q.	52,50
Guantes	Q.	146,00
Traje PVC	Q.	240,00
Lentes	Q.	80,00
Arnés	Q.	480,00
Botas de Hule	Q.	225,00

Fuente: elaboración propia, con base en distintas cotizaciones de proveedores.

²² Empresa Viton S.A. http://www.etcheseurite.com/products/34/viton_sa_boots. Consulta: 1 de junio 2012.

4.6. Descarga de aguas de proceso

El agua que es desechada durante la limpieza CIP es drenada hacia una planta de tratamiento de agua donde recibe su respectivo tratamiento.

4.6.1. Planta de tratamiento de agua

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial. Posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente.

A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

4.6.2. Análisis de agua utilizada en el proceso

Es indispensable llevar a cabo un procedimiento para el tratamiento de los residuos químicos de limpieza CIP, los cuales deben dar resultados positivos, ya que una incorrecta eliminación de los residuos químicos puede provocar riesgos para la salud y el medio ambiente, a continuación se ha identificado un procedimiento para determinar si el residuo está en condiciones de desecharse por el drenaje:

Tabla XIX. **Pasos para determinar si el residuo químico está en condiciones de desecharse por el drenaje**

1. Tomar la lectura del pH con las tiras indicadoras de pH, para conocer el estado inicial de la muestra, con esto a su vez se identificará si se trata de un ácido o una base.
2. Colocar una porción de residuo en el vaso de precipitados de 1000 ml para posteriormente agregar unas gotas de indicador fenolftaleína (3 a 5 gotas aprox).
3. Colocar el vaso debajo de la bureta y abrir cuidadosamente la llave para que la solución contenida en la misma se mezcle con el residuo y lo neutralice, procurando agitar cuidadosamente la solución con la varilla de agitación. NOTA: cuando se trate de una sustancia ácida, se neutralizará con una básica y viceversa.
4. Una vez que la solución haya cambiado levemente de color, significa que este residuo ha sido neutralizado. NOTA: En ocasiones el cambio de coloración es poco apreciable, por lo que es importante el continuo monitoreo con las tiras indicadoras de pH.
5. Verificar con las tiras indicadoras de pH, si el pH de la solución en ese instante es el adecuado para verterse en el drenaje.
6. El pH de la solución debe estar entre 5 y 7 para poder verterse en el drenaje.
7. Bajo las condiciones anteriores, el residuo estará listo para desecharse por el drenaje.

Fuente: Instituto Técnico de Sonora.

<http://antiguo.itson.mx/laboratorios/Manejo%20de%20Residuos.%202009.pdf>, Consulta: 1 de junio 2012.

4.7. Capacitación

El programa de capacitación debe ser coordinada con el Departamento de Recursos Humanos, donde deben abarcarse las siguientes inducciones:

Tabla XX. Programa de capacitación

Tema	Conocimientos CIP				
Duración	4 horas				
Lugar	Sala de Recursos Humanos				
Facilitador	Nombre del Instructor				
Contenido	Horario	Agosto	Sept	Oct	Nov
Inducción Teórica	07:00 a.m.	1 semana	1 semana	1 semana	1 semana
Inducción Práctica	07:00 a.m.	2 semana	2 semana	2 semana	2 semana
Temática (inducción teórica)				Participantes	
Generalidades CIP Importancia, concepto, beneficios, alcance				Jefes, subjefes y personal operativo	
Químicos de aplicación: Ficha técnica, naturaleza química, almacenamiento y manipulación, preparación de la solución de limpieza, medidas de seguridad, primeros auxilios				Jefes, subjefes y personal operativo	
Etapas del CIP Enjuague, limpieza y sanitización				Jefes, subjefes y personal operativo	

Continuación de la tabla XX.

<p>Evaluación del CIP Análisis microbiológico, recuperación y reposición de las soluciones de limpieza.</p>	<p>Jefes, subjefes y personal operativo</p>
<p>Temática (inducción práctica)</p>	<p>Participantes</p>
<p>Equipo de protección, reconocimiento de equipos de limpieza, manipulación de químicos, preparación de las soluciones in situ, verificación de la concentración, regulaciones de la concentración, realización del enjuague inicial, recirculación de la solución detergente, evaluación del CIP, acciones correctivas, registro de resultados.</p>	<p>Jefes, subjefes y personal operativo</p>

Fuente: elaboración propia.

4.7.1. Procedimiento de limpieza CIP

En esta parte se debe de explicar al operario los pasos para la limpieza CIP definido en el capítulo 4.

4.7.2. Forma de diluir los productos

Para la dilución de los productos debe realizarse en la proporción indicada por el fabricante, utilizar recipientes adecuados donde sea fácil la medición de la proporción.

4.7.3. Cuidados al manipular los productos

A. Alcalinos

Como indica Alkemy, en el caso de sus productos alcalinos se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a. En dosis de 1 – 2 % por volumen, por un periodo que esté en función del tipo y cantidad de suciedad a remover.
- b. El uso de limpieza ácida adicional deberá ser evaluada en base a períodos de limpieza y para lograr resultados efectivos, utilizar Stone Out o Stone Out Plus.
- c. Para información de seguridad y manejo del producto, se debe consultar la Hoja de Seguridad.

B. Ácidos

Como indica Alkemy, en el caso de sus productos ácidos (alox ultra) se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a. ALOX ULTRA se usa en dosis desde 0,07 a 0,3% en volumen mezclado con agua, para superficies con alta contaminación microbiana. Se aplica después de efectuada la limpieza.
- b. Dosis más altas pueden usarse dependiendo del tipo de proceso o suciedad.
- c. La manipulación de ALOX ULTRA, al igual que cualquier químico deberá ser con guantes, aunque las concentraciones de uso son totalmente inocuas a la piel.
- d. Deberá almacenarse en un lugar fresco.
- e. Para obtener mejores resultados, consulte con su Asesor Técnico de AlkemyTM.

- f. Para información de seguridad y manejo del producto, se debe consultar la hoja de seguridad.

5. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

5.1. Evaluaciones

Las evaluaciones deben ser realizadas para determinar que el método seleccionado cumple con los estándares de calidad necesarios en el proceso de envasado de bebidas alcohólicas.

5.1.1. Físicas

Se deben realizar evaluaciones físicas al área de la llenadora con una frecuencia establecida, esto garantizará que la operación de limpieza se está realizando con la periodicidad definida por el procedimiento. La evaluación física se debe realizar por método de observación directa, y frote de las áreas con las manos para verificar que no exista suciedad en la máquina.

5.1.2. Químicas

Para llevar a cabo el control, en la dosificación del detergente alcalino se emplea el método por titulación, con esta metodología se podrá determinar la concentración del detergente alcalino que se suministra en la solución de limpieza. Control de calidad efectuará los análisis de muestras mediante las especificaciones siguientes:

El equipo que se utiliza se compone de equipo básico de laboratorio como:

- a. Pipeta volumétrica de 25,0 ml.

- b. Potenciómetro.
- c. Bureta de 10 milímetros graduada en 0,1 ml.
- d. Soporte de bureta
- e. Beaker de 100 ml.
- f. Agitador magnético
- g. Barra magnética

Los reactivos que se utilizan son elementales para realizar las pruebas de titulación, y nos muestran el grado de concentración de la alcalinidad de la solución.

- a. Ácido clorhídrico 1,0 N.
- b. Agua destilada o desionizada
- c. Fenolftaleína solución indicadora.
- d. El método a seguir es el siguiente:
- e. Tomar una alícuota de 25,0 ml de la solución problema y ponerla en *Beaker* de 100 ml.
- f. Añadir 50 a 75 ml. De agua destilada y la barra magnética.
- g. Añadir 8 gotas de fenolftaleína o introducir los electrodos del potenciómetro.
- h. Añadir lentamente ácido clorhídrico 1,0 N desde la bureta con agitación constante.
- i. Detener la titulación cuando el potenciómetro llegue a la marca 8,1 o en el momento en que la solución pierda el color rosado del indicador.
- j. Anotar el volumen consumido en la bureta.
- k. Los cálculos mediante la titulación está dada por la siguiente fórmula:

Porcentaje detergente alcalino v/v = milímetros de ácido consumidos x 0,72

- I. Establecimiento de controles bajo parámetros establecidos a través de medias y rangos.

A continuación se muestra un ejemplo de ensayo experimental utilizando la metodología por titulación, se determina el parámetro o grado de concentración de alcalinidad en la solución de limpieza, éste se realizó tomando cinco muestras para cada prueba de un día durante seis días de labores de limpieza CIP. A través de los cálculos de medias y rangos se encuentran los valores verdaderos de esta prueba, y con estos mismos datos se plotea en una gráfica de medias para determinar el comportamiento dentro de los parámetros que se obtuvieron, de esta manera se podrá determinar los valores de prueba, dar por aprobado la calidad de solución de limpieza que se está preparando siempre y cuando este dentro del rango especificado por el proveedor.

Tabla XXI. **Muestreo de concentraciones de detergente alcalino en el sistema de limpieza CIP**

Muestras tomadas en la semana					Sumatoria Horizontal	Promedio Horizontal	Rango Horizontal	
Días	1	2	3	4				5
1	2,1	2,3	2,4	2,2	2	11	2,2	0,4
2	1,9	2,1	2,4	2,3	1,9	10,6	2,12	0,5
3	1,7	2,1	2,3	2,4	2,1	10,6	2,12	0,7
4	2,1	1,9	2,4	2,3	2,1	10,8	2,16	0,5
5	2,1	2,2	1,8	1,9	2,2	10,2	2,04	0,4
6	2,4	2,2	1,8	2,1	1,9	10,4	2,08	0,6
sumas totales						63,6	12,72	3,1

Fuente: elaboración propia.

- a. Límites de concentración adecuados, establecidos por el proveedor

(1,5% a 2,50% v / v %)

- b. Cálculo del límite de control

$$\text{LCS} = X_m + (A_2)(R_m) = (12,72/6) + (0,483)(3,1/6) = 2,37$$

$$\text{LCC} = X_m = (12,72/6) = 2,12$$

$$\text{LCI} = X_m - (A_2)(R_m) = (12,72/6) - (0,483)(3,1/6) = 1,87$$

De donde:

LCS = Límite de control superior

LCC = Límite de control central

LCI = Límite de control inferior

X_m = Media de medias

R_m = Media de rangos

A_2 = Factor límite de control para medias y rangos (tabla ASTM)

n = Número de muestras en la semana (6)

5.2. Resultados

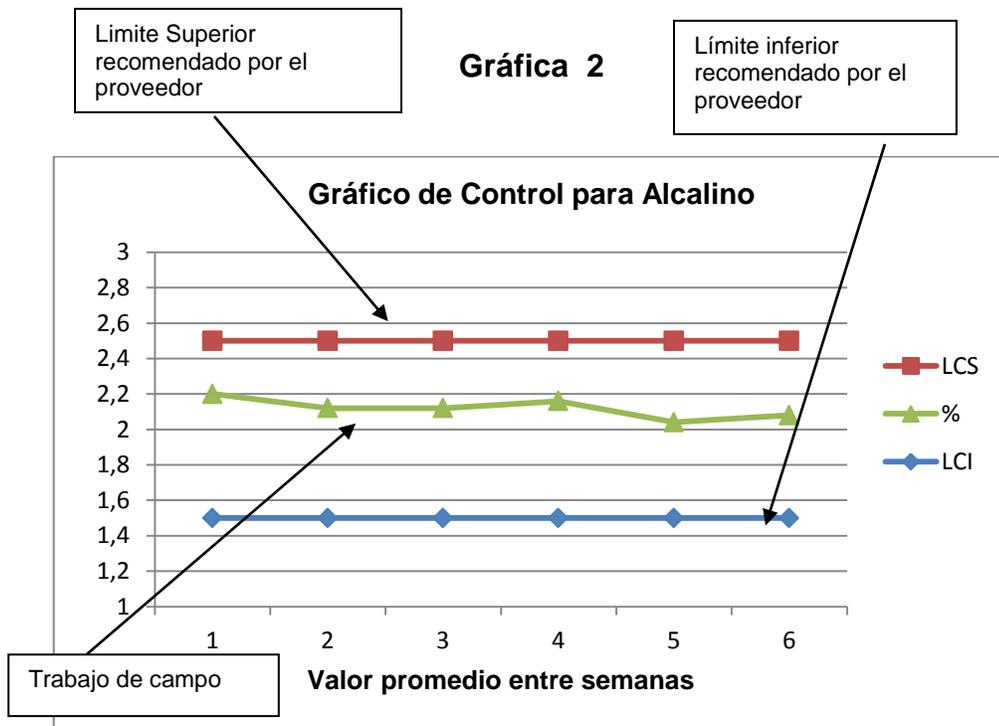
Los resultados obtenidos deben de graficarse para verificar que están en los rangos definidos por el proveedor de químicos, esto garantizará que los químicos utilizados para la limpieza son efectivos.

5.3. Estadística

Los límites de control obtenidos en el cálculo dan resultados aceptables, la gráfica nos muestra valores dentro del rango especificado por el proveedor, de esta manera se puede dar por aprobado la solución que se prepara.

	Límites (proveedor)	Límites (calculados)	
LCS =	2,50 %	2,37 %	(superior)
LCC =		2,12 %	(central)
LCI =	1,50 %	1,87 %	(inferior)

Figura 21. **Control para alcalino**



Fuente: elaboración propia, basado en el trabajo de campo.

5.4. Auditorías

Las auditorías son necesarias para verificar el cumplimiento de los procedimientos.

5.4.1. Internas

A continuación se muestra un modelo de ficha de control interno, su contenido básico se puede emplear para registrar los aspectos necesarios para el control estadístico y como bitácora de actividades:

Tabla XXII. **Control de auditoría interna**

Nombre: Código de empleado

Fecha: / /

Hora de inicio	Hora de Finalización	Check List	Tiempo total de Ejecución	Temp. Inicial	Temp. Final	Tiempo de Ejecución
		<input checked="" type="checkbox"/>				
Enjuague con agua	<input type="checkbox"/>					
Limpieza con alcalina	<input type="checkbox"/>					
Enjuague con agua	<input type="checkbox"/>					
Desinfección	<input type="checkbox"/>					
Enjuague con agua	<input type="checkbox"/>					
Otro : especifique	<input type="checkbox"/>					

Detergentes / desinfectantes	Cantidad	Departamento /
Nombre del producto		Código del equipo

Continuación de la tabla XXII.

Control del desecho Químico			
Volumen desechado en galones			
Nivel de Acidez		Color	
Acidez		Aspecto	
Temperatura			
Observaciones			

Fuente: elaboración propia.

5.4.2. Externas

Estas auditorías generalmente son realizadas por el proveedor de productos químicos y comprende desde la verificación de la dilución, cumplimiento de tiempos establecidos y análisis final de limpieza.

5.5 Relación Beneficio / Costo

En la estimación de costos para implementar un programa de limpieza CIP, ha sido desarrollado bajo el análisis de un programa de limpieza, con productos de la empresa Alkemy, es una empresa que se especializa en elaboración de productos químicas que desde sus inicios en agosto de 1989 se ha enfocado en brindar al mercado industrial e institucional soluciones diferenciadas, las cuales se han evidenciado mediante la excelencia en los resultados obtenidos, la coherencia e impacto financiero en sus operaciones, innovación constante en los sistemas implementados y tecnologías químicas de

bajo impacto hacia el ambiente. Tienen cobertura en toda la región centroamericana con un espíritu de compromiso hacia la calidad y excelencia en el servicio para satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes; la empresa cuenta con la certificación ISO-9 001:2 008. La variabilidad de los costos con otras marcas competidoras, es muy mínima, por lo que, en el cuadro siguiente, se puede establecer lineamientos para su implementación.

5.6. Ventajas competitivas

Entre las principales ventajas competitivas que se puede mencionar de los productos Alkemy, se puede mencionar:

La asesoría brindada.

- La capacidad de respuesta
- La habilidad de optimización
- La tecnología empleada
- La atención al cuidado del medio ambiente

CONCLUSIONES

1. El sistema de limpieza CIP, es una herramienta de seguridad que ya está siendo utilizada en las industrias de bebidas y alimentos, ya que cuentan con el apoyo de empresas proveedoras de prestigio, las cuales les apoyan con procedimientos y asesoría profesional, y con cobertura en Centroamérica, creando así una alianza estratégica entre empresa industrial y proveedores.
2. El uso de las alternativas de limpieza generadas depende de los productos que se requieran envasar.
3. Se realizó el análisis de costos tomando en cuenta tiempo, mano de obra y efectividad de limpieza.
4. La alternativa más rentable para las industrias de bebidas alcohólicas es la limpieza alcalina.
5. El cumplimiento de los tiempos definidos para las limpiezas es un factor clave pues aunque el tiempo sea mayor la efectividad de la limpieza ya no aumenta.
6. Los puntos críticos durante la tarea de limpieza CIP son los siguientes: Concentración de químicos, tiempo de limpieza y cumplimiento de procedimiento establecido.

7. Es muy importante el uso de equipo de protección necesaria durante la tarea de limpieza, esto minimiza el riesgo de un accidente laboral.
8. Se brindó capacitación al personal sobre el procedimiento CIP.
9. La evaluación del cumplimiento del método de limpieza fue una tarea importante para garantizar el funcionamiento del programa.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un sistema de limpieza CIP, el cual tenga como objetivo el aseguramiento de la calidad de los productos en la industria de bebidas, que fomente la productividad de la empresa.
2. Sensibilizar a las empresas en materia de considerar la importancia de sistema de seguridad de limpieza CIP.
3. Iniciar un proceso de capacitación que involucre primeramente a la Gerencia de Manufactura, especialmente a los jefes y subjefes con el fin de cambiar una mentalidad tradicional a una moderna.
4. Todo inicio de proceso de implementar sistema de limpieza CIP, debe ir acompañado de un Manual de Procedimientos y Manual de Políticas, en la cual se lleven a cabo los registros estadísticos del antes y después que servirán de apoyo para que se pueda verificar los cambios obtenidos.
5. El costo de implementar un sistema de limpieza CIP, debe ser accesible para cualquier empresa de bebidas ya sea una empresa mediana o grande, indistintamente sí cuenta con un sistema de limpieza tradicional.
6. Hacer conciencia al personal sobre el uso de su equipo de seguridad.
7. Realizar evaluaciones periódicas por el proveedor de productos químicos.

8. Solicitar al proveedor los registros sanitarios de los productos utilizados.
9. Retroalimentación a la Gerencia del área acerca de los resultados de las evaluaciones de limpieza.
10. Garantizar el tiempo necesario para cumplimiento de las tareas de limpieza.

BIBLIOGRAFÍA

1. CONTRERAS, Fanny Albarracín. *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para las Microempresas lácteas*. Colombia: Pontificia, Universidad Javeriana, 2005. 61 p.
2. DOBISLAW, Ernst. *Formulario de licorería*. España: Reverte, 2008. 6 p.
3. ESTRADA, Blanca. *Análisis técnico-económico de sistemas de limpieza para líneas de producción en la industria de alimentos*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 102 p.
4. HALL, Carl. W. *Equipo para procesamiento de Productos Agrícolas*, IICA. Peru: 1963. 183 p.
5. *Industrias Licoreras de Guatemala*. [en línea] [ref. 10 de febrero 2012] Disponible en Web: < <http://www.ronesdeguatemala.com>.>.
6. Laboratorio de la Universidad Tecnología Lyngby. *Aseguramiento de la Calidad de los Productos Pesqueros*. Dinamarca: Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación. 1997, 131 p.
7. LUTZ, Christopher. *Santiago de Guatemala, Historia Social y Económica 1541-1 773*. Guatemala: Editorial Universitaria, 2005. 230 p.

8. MORENO, Francisco. *Higiene e inspección de carnes*. España: Díaz de Santos, 2006. 572 p.